

(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
2012年12月27日(27.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/176270 A1

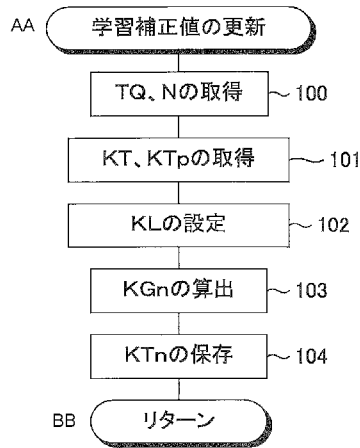
- (51) 国際特許分類:
F02D 21/08 (2006.01) F02D 41/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/064072
- (22) 国際出願日: 2011年6月20日(20.06.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 青柳 真介 (AOYAGI Shinsuke) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人プロスペック特許事務所 (PROSPEC PATENT FIRM); 〒4530801 愛知県名古屋市中村区太閤三丁目1番18号 名古屋K Sビル12階 Aichi (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR CONTROLLING INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の制御装置

[図4]



(57) Abstract: The present invention pertains to a device that is for controlling an internal combustion engine and that controls a subject of control in accordance with a target operating state set using a control parameter value corrected by a control parameter correction value that corrects the control parameter value used for setting the target operating state of the subject of control in a manner so that the amount of control matches a target amount of control. In the present invention, a control for calculating an instantaneous correction value (KT) on the basis of a deviation in the amount of control, and a control for calculating a learning correction value (KG) by means of integrating the values obtained by correcting instantaneous correction values by means of a learning coefficient (KL) are executed, and the control parameter correction value is calculated on the basis of the newly calculated instantaneous correction value and an already-calculated learning correction value. Also, in the present invention, the allowed control parameter correction value range in which the target amount of control tracking state for the amount of control is an allowed tracking state is prescribed ahead of time, and the learning coefficient is set in a manner so that the control parameter correction values fall within the allowed control parameter correction value range.

(57) 要約:

[続葉有]

- 100 ACQUIRE TQ AND N
- 101 ACQUIRE KT AND KTp
- 102 SET KL
- 103 CALCULATE KGn
- 104 SAVE KTn
- AA UPDATING LEARNING CORRECTION VALUE
- BB RETURN

WO 2012/176270 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明は、制御量が目標制御量に一致するように制御対象の目標動作状態を設定するために用いられる制御パラメータ値を補正する制御パラメータ補正值によって補正された制御パラメータ値を用いて設定される目標動作状態に従って制御対象を制御する内燃機関の制御装置に関する。本発明では、瞬時補正值 (KT) を制御量偏差に基づいて算出する制御と学習係数 (KL) によって瞬時補正值を補正して得られる値を積算することによって学習補正值KGを算出する制御とが実行され、新たに算出される瞬時補正值と既に算出されている学習補正值とに基づいて制御パラメータ補正值が算出される。そして、本発明では、制御量の目標制御量追従形態が許容追従形態となる許容制御パラメータ補正值範囲が予め定められており、制御パラメータ補正值が許容制御パラメータ補正值範囲内に収まるように学習係数が設定される。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の制御装置

技術分野

[0001] 本発明は内燃機関の制御装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1に排気再循環装置（以下この装置を「EGR装置」という）を備えた内燃機関が記載されている。このEGR装置は内燃機関の燃焼室から排気通路に排出された排気ガスを吸気通路に導入することによって同排気ガスを燃焼室に供給する（つまり、再循環する）装置である。以下、EGR装置によって燃焼室に供給される排気ガスを「EGRガス」と称し、燃焼室に供給されるEGRガスの量を「EGRガス量」と称する。

[0003] 特許文献1に記載のEGR装置はEGR制御弁を有する。このEGR制御弁はその開度を変更可能に構成されている。EGR制御弁の開度を変更することによってEGRガス量を変更することができる。すなわち、EGR制御弁の開度を制御することによってEGRガス量を制御することができる。そして、EGRガスは燃焼室における燃料の燃焼によって生成される物質（特に、窒素酸化物）の量を低減する。つまり、EGRガスは燃焼室から排出される排気エミッションを低減する。

[0004] ところで、排気エミッションを最適に低減することができるEGRガス量は機関運転状態（すなわち、内燃機関の運転状態）に応じて異なる。特許文献1に記載の内燃機関では、機関運転状態に応じて排気エミッションを最適に低減することができるEGRガス量を実験等によって予め求め、これら求められたEGRガス量を目標EGRガス量として内燃機関の電子制御装置に記憶させておき、機関運転中（すなわち、内燃機関の運転中）に機関運転状態に応じて目標EGRガス量を設定し、この設定された目標EGRガス量に実際のEGRガス量が一致するようにEGR制御弁の開度を制御するようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-255219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、上述したようにEGRガスを目標EGRガス量に制御する場合のEGR制御弁の制御として、実際のEGRガス量と目標EGRガス量との間の偏差を算出し、この偏差が零になるようにEGR制御弁に与えられる操作量の算出に影響するパラメータの値（以下この値を「制御パラメータ値」という）を補正するための補正值（以下この補正值を「瞬時補正值」という）を算出し、この瞬時補正值によって制御パラメータ値を補正し、この補正された制御パラメータ値を用いてEGR制御弁に与えられる操作量を算出するという制御を採用することができる。そして、この制御を採用した場合において、この制御に加えて、瞬時補正值に「1」よりも小さい係数を乗算することによって算出される値（以下この値を「学習加算値」という）を積算することによって瞬時補正值の学習値（以下この学習値を「学習補正值」という）を算出し、上記制御パラメータ値を上記偏差に基づいて算出される瞬時補正值と既に算出されている学習補正值とによって補正し、この補正された制御パラメータ値を用いてEGR制御弁に与えられる操作量を算出するという制御（以下この制御を「学習制御」という）を採用することができる。

[0007] ここで、学習補正值を算出するために瞬時補正值に乘算される係数（以下この係数を「学習係数」という）が一定の値に固定されている場合において、過剰に大きな瞬時補正值（すなわち、EGRガスを目標EGRガス量に安定した挙動で収束させることができる適切な瞬時補正值から大きくかけ離れた瞬時補正值）が算出されると、過剰に大きな学習加算値（すなわち、EGRガスを目標EGRガス量に安定した挙動で収束させることができる適

切な学習補正值から大きくかけ離れた学習補正值を算出させてしまう学習加算値)が算出される可能性がある。ここで、過剰に大きな学習加算値が算出され、この学習加算値を用いて新たな学習補正值が算出されると(すなわち、学習補正值が更新されると)、過剰に大きな学習補正值(すなわち、EGRガス量を目標EGRガス量に安定した挙動で収束させることができる適切な学習補正值から大きくかけ離れた学習補正值)が算出されることになる。そして、この過剰に大きな学習補正值と次に算出される瞬時補正值とによって制御パラメータ値が補正され、この補正された制御パラメータ値がEGR制御弁に与えられる操作量の算出に用いられると、EGRガス量が不安定な挙動を示しながら変化することになる。つまり、EGRガス量の制御が不安定になる。

[0008] さらに、上記学習補正值にはEGR制御弁の動作に関する定常的な誤差(以下この誤差を「EGR制御弁定常誤差」という)に起因する目標EGRガス量に対するEGRガス量の偏差(以下、目標EGR量に対するEGRガス量の偏差を「EGRガス量偏差」という)を解消する働きがある。すなわち、EGR制御弁に与えられるべき操作量を算出するために、制御対象に操作量が与えられたときのEGRガス量と操作量との関係が予め求められる。そして、この求められた関係と目標EGRガス量とからEGR制御弁に与えられるべき操作量が算出され、この算出された操作量がEGR制御弁に与えられる。ここで、与えられた操作量に対するEGR制御弁の動作特性が上記関係を求めるときに用いられたEGR制御弁の動作特性(以下この動作特性を「所期の動作特性」という)と同じであり且つEGR制御弁を取り巻く環境が上記関係を求めるときに想定されている環境(以下この環境を「所期の周囲環境」という)と同じであれば、上記関係を用いて算出された操作量がEGR制御弁に与えられることによってEGRガス量が目標EGRガス量に一致するはずである。しかしながら、実際には、EGR制御弁の動作特性は個々のEGR制御弁によって異なることから、EGR制御弁の動作特性が所期の動作特性とは異なることがある。この場合、上記関係を用いて算出された

操作量がEGR制御弁に与えられたとしてもEGRガス量は目標EGRガス量に一致しない。また、当然のことながら、EGR制御弁を取り巻く環境が所期の周囲環境とは異なることもある。この場合にも、上記関係を用いて算出された操作量がEGR制御弁に与えられたとしてもEGRガス量は目標EGRガス量に一致しない。そして、こうした場合、EGR制御弁にEGR制御弁定常誤差が生じていると言える。上記学習補正值はこうしたEGR制御弁定常誤差を解消する働きがあるのである。

[0009] そして、学習加算値にはEGR制御弁定常誤差に起因するEGRガス量誤差が反映されることから、学習補正值の算出回数が多くなれば、すなわち、学習補正值の学習が進めば学習補正值はEGR制御弁定常誤差を完全に解消することができる値（以下この値を「習熟値」という）に近づく。したがって、目標EGRガス量に対するEGRガス量の追従性を高くするためには、学習補正值を可能な限り早く習熟値に到達させることが好ましい。

[0010] ここで、瞬時補正值が過剰に大きな値ではなく、瞬時補正值から比較的大きな学習加算値が算出され、この学習加算値によって学習補正值が更新され、この学習補正值と次に算出される瞬時補正值とによって制御パラメータ値が補正され、この補正された制御パラメータ値に基づいてEGR制御弁に与えられる操作量が算出され、この操作量がEGR制御弁に与えられたとしてもEGRガス量の挙動が不安定にならない場合において、学習係数が比較的小さい一定の値に固定されていると、瞬時補正值から算出される学習加算値が過剰に小さい値（すなわち、EGRガス量の挙動が不安定にならない範囲で最も大きな学習加算値に比べて過剰に小さい値）となる。この場合、学習補正值を早く習熟値に到達させることができない。一方、学習係数が比較的大きい一定の値に固定されていると、瞬時補正值が過剰に大きな値である場合、瞬時補正值から算出される学習加算値が過剰に大きい値となる。この場合、過剰に大きな学習補正值が算出されるのだから、結局のところ、学習補正值を早く習熟値に到達させることができない。

[0011] このように、上述した学習制御が行われる限り、EGRガス量の制御が不

安定になったり、学習補正值の学習速度が遅くなったりする。

[0012] そして、このことは、一般的に、制御対象（上の例では、EGR制御弁）によって制御量（上の例では、EGRガス量）を目標制御量（上の例では、目標EGRガス量）に制御するために上述したような学習制御を利用している場合にも等しく当てはまる。

[0013] 本発明の目的は制御量の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 本願の1つの発明は、制御対象の制御量の目標値である目標制御量を算出し、該算出された目標制御量に制御量を一致させるために目標とすべき制御対象の動作状態である目標動作状態を設定するために用いられるパラメータの値である制御パラメータ値を補正するための制御パラメータ補正值を算出し、該算出された制御パラメータ補正值によって補正された制御パラメータ値を用いて設定される目標動作状態に従って制御対象の動作状態を制御する内燃機関の制御装置に関する。

[0015] そして、本発明の制御装置は、制御量が目標制御量に一致するように制御対象の目標動作状態の設定に現在用いられている制御パラメータ値を補正するための瞬時補正值を目標制御量に対する制御量の偏差に基づいて算出する制御と、瞬時補正值を補正するための係数である学習係数によって瞬時補正值を補正することによって得られる値である学習加算値を積算することによって学習補正值を算出する制御と、を実行し、新たに算出される瞬時補正值と既に算出されている学習補正值とに基づいて制御パラメータ補正值を算出する。

[0016] ここで、本発明の制御装置では、目標制御量に対する制御量の追従の形態として許容される追従の形態が許容追従形態として予め定められており、目標制御量に対する制御量の追従の形態が前記許容追従形態となる制御パラメータ補正值の範囲が許容制御パラメータ補正值範囲として予め定められておる。

[0017] そして、上記目的を達成するために、本発明の制御装置は、制御パラメータ補正值が前記許容制御パラメータ補正值範囲内に収まるように前記学習係数を設定する。

[0018] 本発明によれば、制御量の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することができる。すなわち、制御対象によって制御量を目標制御量に制御するための手段として、一般的には、以下の手段が採用される。すなわち、制御量を目標制御量に制御するために制御対象に与えられるべき操作量を目標制御量に基づいて算出するために、目標制御量と操作量との間の関係が予め求められ、内燃機関の運転中、この関係を用いて目標制御量に基づいて操作量が算出され、この操作量が制御対象に与えられる。ここで、上記関係が求められたときに用いられた制御対象の動作特性を「所期の動作特性」と称し、上記関係が求められたときの制御対象を取り巻く環境を「所期の周囲環境」と称したとき、制御対象の動作特性が所期の動作特性と同じであり且つ制御対象を取り巻く環境が所期の周囲環境と同じであれば、上記関係を用いて目標制御量に基づいて算出された操作量が制御対象に与えられることによって制御量が目標制御量に一致するはずである。しかしながら、実際には、制御対象の動作特性は個々の制御対象によって異なることから、制御対象の動作特性が所期の動作特性からずれていることがある。この場合、上記関係を用いて算出された操作量が制御対象に与えられたとしても制御量は目標制御量に一致しない。また、制御対象が長期間使用されることによって当該制御対象が劣化し、その動作特性が所期の動作特性からずれることがある。この場合にも、上記関係を用いて算出された操作量が制御対象に与えられたとしても制御量は目標制御量に一致しない。もちろん、制御対象を取り巻く環境が所期の周囲環境とは異なることもある。この場合にも、上記関係を用いて算出された操作量が制御対象に与えられたとしても制御量は目標制御量に一致しない。こうした状況下では、所期の動作特性に対する制御対象の動作特性の定常的な誤差（以下この誤差を「定常動作特性誤差」という）が生じていると言える。

- [0019] そして、目標制御量に対する制御量の誤差（以下この誤差を「制御量誤差」という）には上記定常動作特性誤差に起因する制御量誤差（以下この制御量誤差を「定常制御量誤差」という）が含まれており、内燃機関の運転状態が定常状態にあるときには制御量誤差のほとんどが定常制御量誤差であると言える。
- [0020] ところで、瞬時補正值は制御量誤差に基づいて算出され、学習加算値はこの瞬時補正值に基づいて算出され、学習補正值はこの学習加算値に基づいて算出される（すなわち、学習補正值はこの学習加算値に基づいて更新される）。したがって、学習補正值には定常制御量誤差を解消する働きがある。そして、学習補正值の算出回数が多くなれば、すなわち、学習補正值の学習が進めば、学習補正值は定常制御量誤差を完全に解消することができる値（以下この値を「習熟値」という）に徐々に近づく。したがって、制御量を目標制御量に早く収束させるという観点では、学習補正值を習熟値に早く到達させることが好ましい。すなわち、学習補正值の学習速度を向上させることが好ましい。
- [0021] ここで、学習補正值の学習速度を向上させる手段として、学習係数を比較的大きい値に設定するという手段が考えられる。しかしながら、これには以下のような不都合がある。すなわち、学習係数が比較的大きい一定の値に固定されている場合、過剰に大きな瞬時補正值（すなわち、制御量を目標制御量に安定した挙動で収束させることができる適切な瞬時補正值から大きくかけ離れた瞬時補正值）が算出されると、過剰に大きな学習加算値（すなわち、制御量を目標制御量に安定した挙動で収束させることができる適切な学習補正值から大きくかけ離れた学習補正值を算出させてしまう学習加算値）が算出される可能性がある。ここで、過剰に大きな学習加算値が算出され、この学習加算値を用いて新たな学習補正值が算出される（すなわち、学習補正值が更新される）と、過剰に大きな学習補正值（すなわち、制御量を目標制御量に安定した挙動で収束させることができる適切な学習補正值から大きくかけ離れた学習補正值）が算出されることになる。そして、この過剰に大き

な学習補正值が制御パラメータ補正值の算出に用いられ、この制御パラメータ補正值によって制御パラメータ値が補正され、この補正された制御パラメータ値が制御対象の動作状態の制御に用いられると、制御量が不安定な挙動を示しながら変化することになる。つまり、制御量の制御が不安定になる。しかしながら、制御量の制御が不安定であることは好ましくない。しかも、制御量の制御が不安定な状態で学習補正值の学習が進行したとしても結果的には学習補正值を早く習熟値に到達させることはできない（すなわち、学習補正值の学習速度は向上されない）。しかしながら、学習係数を比較的小さい一定の値に固定すれば制御量の制御は安定するが学習補正值を早く習熟値に到達させることはできない。

[0022] つまり、制御量を好ましい形態で制御するためには制御量の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することが望ましいが、学習係数を一定の値に固定するという手段を採用する限り、これらを同時に達成することはできないのである。こうした状況下において、本願の発明者は学習係数を可変に設定するという思想に至り、そして、状況に応じて如何なる値に学習係数を設定すれば制御量の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することができるかについて研究を重ねた結果、本発明を発明するに至ったのである。

[0023] すなわち、本発明では、制御パラメータ補正值が許容制御パラメータ補正值範囲（すなわち、制御パラメータ補正值によって補正された制御パラメータ値が制御対象の動作状態に用いられた場合に制御量を目標制御量に安定した挙動で収束させることができる制御パラメータ補正值の範囲）内の値になるように学習係数が設定される。このため、過剰に大きな瞬時補正值が算出されたとしても過剰に大きな学習加算値が算出されることがなく、その結果、過剰に大きな学習補正值が算出されることもない。したがって、本発明によれば、過剰に大きな瞬時補正值が算出され、この瞬時補正值に基づいて学習加算値が算出され、この学習加算値に基づいて学習補正值が算出され、この学習補正值を用いて制御パラメータ補正值が算出され、この制御パラメー

タ補正值によって補正された制御パラメータ値が制御対象の動作状態の制御に用いられたとしても、制御量の制御は安定しており、制御量の制御が安定した状態で学習補正值の学習が進行することから、結果的には、学習補正值を早く習熟値に到達させることができる（すなわち、学習補正值の学習速度が向上される）。

[0024] 一方、瞬時補正值が過剰に大きな値ではない場合、学習係数が大きな値に設定され、この学習係数を用いて瞬時補正值に基づいて学習加算値が算出され、この学習加算値に基づいて学習補正值が算出され、この学習補正值に基づいて制御パラメータ補正值が算出されたとしても、この制御パラメータ補正值は許容制御パラメータ補正值範囲内の値になる。つまり、本発明では、瞬時補正值が過剰に大きな値ではない場合、学習係数が大きな値に設定される。したがって、本発明によれば、制御量の制御を安定させた状態で、学習補正值を早く習熟値に到達させることができる（すなわち、学習補正值の学習速度が向上される）。

[0025] こうした理由から、本発明によれば、制御量の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することができるのである。

[0026] また、本願の別の発明は、制御対象の制御量の目標値である目標制御量を算出し、該算出された目標制御量に制御量を一致させるために目標とすべき制御対象の動作状態である目標動作状態を設定するために用いられるパラメータの値である制御パラメータ値を補正するための制御パラメータ補正值を算出し、該算出された制御パラメータ補正值によって補正された制御パラメータ値を用いて設定される目標動作状態に従って制御対象の動作状態を制御する内燃機関の制御装置に関する。

[0027] そして、本発明の制御装置は、制御量が目標制御量に一致するように制御対象の目標動作状態の設定に現在用いられている制御パラメータ値を補正するための瞬時補正值を目標制御量に対する制御量の偏差に基づいて算出する制御と、瞬時補正值を補正するための係数である学習係数によって瞬時補正值を補正することによって得られる値である学習加算値を積算することによ

って学習補正値を算出する制御と、を実行し、新たに算出される瞬時補正値と既に算出されている学習補正値とに基づいて制御パラメータ補正値を算出する。

[0028] そして、上記目的を達成するために、本発明の制御装置は、既に算出されている学習補正値が大きいほど大きい学習係数を設定する。

[0029] 本発明によれば、制御量の制御の安定性の確保と学習補正値の学習速度の向上とを同時に達成することができる。すなわち、上述したように、所期の動作特性に対する制御対象の動作特性の定常的な誤差（以下この誤差を「定常動作特性誤差」という）が生じていることがある。

[0030] そして、制御量誤差（すなわち、目標制御量に対する制御量の誤差）には定常制御量誤差（すなわち、上記定常動作特性誤差に起因する制御量誤差）が含まれており、内燃機関の運転状態が定常状態にあるときには制御量誤差のほとんどが定常制御量誤差であると言える。

[0031] ところで、上述したように、学習補正値には定常制御量誤差を解消する働きがある。そして、制御量を目標制御量に早く収束させるという観点では、学習補正値を習熟値に早く到達させることが好ましい。すなわち、学習補正値の学習速度を向上させることが好ましい。

[0032] ここで、上述したように、学習補正値の学習速度を向上させる手段として、学習係数を比較的大きい値に設定するという手段を採用した場合、制御量の制御が不安定になる。しかしながら、制御量の制御が不安定になることは好ましくない。しかも、制御量の制御が不安定な状態で学習補正値の学習が進行したとしても結果的には学習補正値を早く習熟値に到達させることはできない（すなわち、学習補正値の学習速度は向上されない）。しかしながら、学習係数を比較的小さい一定の値に固定すれば制御量の制御は安定するが学習補正値を早く習熟値に到達させることはできない。

[0033] つまり、制御量を好ましい形態で制御するためには制御量の制御の安定性の確保と学習補正値の学習速度の向上とを同時に達成することが望ましいが、学習係数を一定の値に固定するという手段を採用する限り、これらを同時

に達成することはできないのである。こうした状況下において、本願の発明者は学習係数を可変に設定するという思想に至り、そして、状況に応じて如何なる値に学習係数を設定すれば制御量の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することができるかについて研究を重ねた結果、本発明を発明するに至ったのである。

[0034] すなわち、本発明では、学習補正值が大きいほど学習係数は大きな値に設定される。ここで、学習補正值が大きいことは学習補正值が習熟値に近いことを意味し、学習補正值が習熟値に近ければ過剰な瞬時補正值が算出される可能性が低い。したがって、学習補正值が大きいときに学習係数が大きな値に設定されたとしても、過剰な学習加算値が算出される可能性が低い。したがって、このとき算出される学習加算値によって更新された学習補正值が制御パラメータ補正值の算出に用いられ、この制御パラメータ補正值によって補正された制御パラメータ値が制御対象の動作状態の制御に用いられたとしても、制御量の制御が不安定になることが十分に抑制され、その一方で、学習係数が大きいのであるから、学習補正值の学習速度が十分に向上される。

[0035] 逆に、本発明では、学習補正值が小さいほど学習係数は小さい値に設定される。ここで、学習補正值が小さいことは学習補正值が習熟値から遠いことを意味し、学習補正值が習熟値から遠ければ過剰な瞬時補正值が算出される可能性が高い。したがって、学習係数が大きいと過剰な学習加算値が算出される可能性が高い。上述したように、過剰な学習加算値によって更新された学習補正值が制御パラメータ補正值の算出に用いられ、その制御パラメータ補正值によって補正された制御パラメータ値が制御対象の動作状態の制御に用いられると、制御量の制御が不安定になる。しかしながら、本発明では、学習係数は学習補正值が小さいほど小さい値に設定されるのだから、過剰な瞬時補正值が算出されたとしても過剰な学習加算値が算出される可能性は低い。したがって、本発明によれば、この場合にも、制御量の制御が不安定になることが十分に抑制され、その一方で、学習係数が学習補正值に応じた値に設定されるのであるから、学習補正值の学習速度が適正な形で向上される

。

[0036] こうした理由から、本発明によれば、制御量の制御の安定性の確保と学習補正値の学習速度の向上とを同時に達成することができるのである。

[0037] なお、上記発明の制御装置が、燃焼室に形成される混合気の空燃比を制御する空燃比制御手段を具備し、前記制御対象が前記空燃比制御手段であり、前記制御量が燃焼室に形成される混合気の空燃比であり、同空燃比の推定値である推定空燃比が目標制御量であり、前記制御パラメータ値が前記空燃比制御手段の目標動作状態の設定に用いられるパラメータの値であり、前記制御パラメータ補正値が混合気の空燃比が推定空燃比に一致するように制御パラメータ値を補正するための補正値であり、前記瞬時補正値が混合気の空燃比が推定空燃比に一致するように前記空燃比制御手段の目標動作状態の設定に現在用いられている制御パラメータ値を補正するための補正値である場合、上記発明によれば、推定空燃比が算出され、混合気の空燃比が推定空燃比に一致するように制御パラメータ値を補正するための制御パラメータ補正値が算出され、該算出された制御パラメータ補正値によって補正された制御パラメータ値を用いて前記空燃比制御手段の目標動作状態が設定される。

[0038] また、上記発明の制御装置が、燃焼室から排気通路に排出された排気ガスを吸気通路に導入する排気再循環装置を具備し、該排気再循環装置が吸気通路に導入される排気ガスの量を制御する排気ガス再循環量制御手段を有し、前記制御パラメータ値が前記排気ガス再循環量制御手段の目標動作状態の設定に用いられるパラメータの値であり、前記瞬時補正値が混合気の空燃比が推定空燃比に一致するように前記排気ガス再循環量制御手段の目標動作状態の設定に現在用いられている制御パラメータ値を補正するための補正値である場合、上記発明によれば、推定空燃比が算出され、混合気の空燃比が推定空燃比に一致するように制御パラメータ値を補正するための制御パラメータ補正値が算出され、該算出された制御パラメータ補正値によって補正された制御パラメータ値を用いて前記排気ガス再循環量制御手段の目標動作状態が設定される。

[0039] また、上記発明の制御装置が、前記排気再循環装置によって吸気通路に導入される排気ガスの量である排気ガス再循環量の目標値である目標排気ガス再循環量を設定し、排気ガス再循環量が目標排気ガス再循環量に一致するように前記排気ガス再循環量制御手段の目標動作状態を設定する場合、上記発明によれば、内燃機関の運転に関する所定のパラメータの値である機関運転パラメータ値に応じて目標とすべき排気ガス再循環量が基準排気ガス再循環量として予め求められており、前記制御パラメータ値が機関運転パラメータ値であり、機関運転パラメータ値が前記制御パラメータ補正值によって補正され、該補正された機関運転パラメータ値に基づいて基準排気ガス再循環量が算出され、該算出された基準排気ガス再循環量が目標排気ガス再循環量に設定される。

[0040] ここで、上記発明の制御装置が、燃焼室に燃料を供給する燃料供給手段をさらに具備し、該燃料供給手段によって燃焼室に供給される燃料の量である燃料供給量の目標値である目標燃料供給量を設定し、該目標燃料供給量の燃料が燃焼室に供給されるように前記燃料供給手段の動作状態を制御する場合、上記発明によれば、前記機関運転パラメータ値が目標燃料供給量に相当する燃料供給量である目標燃料供給量相当量であり、該目標燃料供給量相当量が前記制御パラメータ補正值によって補正され、該補正された目標燃料供給量相当量に基づいて基準排気ガス再循環量が算出され、該算出された基準排気ガス再循環量が目標排気ガス再循環量に設定される。

[0041] また、上記発明の制御装置が、前記排気再循環装置によって吸気通路に導入される排気ガスの量である排気ガス再循環量の目標値である目標排気ガス再循環量を設定し、排気ガス再循環量が目標排気ガス再循環量に一致するように前記排気ガス再循環量制御手段の動作状態を制御する場合、上記発明によれば、内燃機関の運転に関する所定のパラメータの値である機関運転パラメータ値に応じて目標とすべき排気ガス再循環量が基準排気ガス再循環量として予め求められており、前記制御パラメータ値が基準排気ガス再循環量であり、機関運転パラメータ値に基づいて基準排気ガス再循環量が算出され、

該算出された基準排気ガス再循環量が前記制御パラメータ補正值によって補正され、該補正された基準排気ガス再循環量が目標排気ガス再循環量に設定される。

[0042] ここで、上記発明の制御装置が、燃焼室に燃料を供給する燃料供給手段をさらに具備し、該燃料供給手段によって燃焼室に供給される燃料の量である燃料供給量の目標値である目標燃料供給量を設定し、該目標燃料供給量の燃料が燃焼室に供給されるように前記燃料供給手段の動作状態を制御する場合、上記発明によれば、前記機関運転パラメータ値が目標燃料供給量に相当する燃料供給量である目標燃料供給量相当量であり、該目標燃料供給量相当量に基づいて基準排気ガス再循環量が算出され、該算出された基準排気ガス再循環量が前記制御パラメータ補正值によって補正され、該補正された基準排気ガス再循環量が目標排気ガス再循環量に設定される。

[0043] また、上記発明の制御装置が、燃焼室に供給される空気の量である供給空気量を検出する供給空気量検出手段をさらに具備する場合、上記発明によれば、目標燃料供給量に相当する燃料供給量である目標燃料供給量相当量が前記制御パラメータ補正值によって補正され、該補正された目標燃料供給量相当量と前記供給空気量検出手段によって検出される供給空気量とに基づいて推定空燃比が算出される。

図面の簡単な説明

[0044] [図1]第1実施形態の制御装置が適用される内燃機関を示した図である。

[図2] (A) は第1実施形態において基準燃料噴射量を取得するために利用されるマップを示した図であり、(B) は第1実施形態において基準スロットル弁開度を取得するために利用されるマップを示した図であり、(C) は第1実施形態において基準EGR率を取得するために利用されるマップを示した図である。

[図3]第1実施形態において補正学習値を取得するために利用されるマップを示した図である。

[図4]第1実施形態の学習補正值の更新を実行するルーチンを示した図である

。

[図5]第2実施形態の学習補正值の更新を実行するルーチンを示した図である

。

[図6]第3実施形態の学習補正值の更新を実行するルーチンの一部を示した図である。

[図7]第3実施形態の学習補正值の更新を実行するルーチンの一部を示した図である。

[図8]第4実施形態の学習補正值の更新を実行するルーチンの一部を示した図である。

[図9]第4実施形態の学習補正值の更新を実行するルーチンの一部を示した図である。

[図10]第5実施形態の制御装置が適用される内燃機関を示した図である。

[図11] (A) は第5実施形態において基準燃料噴射弁を取得するために利用されるマップを示した図であり、(B) は第5実施形態において基準スロットル弁開度を取得するために利用されるマップを示した図である。

[図12]第5実施形態において学習補正值を取得するために利用されるマップを示した図である。

発明を実施するための形態

[0045] 本発明の内燃機関の制御装置の1つの実施形態（以下「第1実施形態」という）について説明する。なお、以下の説明において「機関運転」とは「内燃機関の運転」を意味し、「機関回転数」とは「内燃機関の回転数」を意味する。

[0046] 第1実施形態の制御装置が適用される内燃機関が図1に示されている。図1に示されている内燃機関は圧縮自着火式の内燃機関（いわゆるディーゼルエンジン）である。図1において、10は内燃機関、20は内燃機関10の本体、21は燃料噴射弁、22は燃料ポンプ、23は燃料供給通路、30は吸気通路、31は吸気マニホールド、32は吸気管、33はスロットル弁、34はインタークーラ、35はエアフローメータ、36はエアクリーナ、37

は吸気圧センサ、４０は排気通路、４１は排気マニホールド、４２は排気管、４３は空燃比センサ、５０は排気再循環装置（以下この装置を「EGR装置」という）、７０はアクセルペダル、７１はアクセルペダル踏込量センサ、７２はクランクポジションセンサ、８０は電子制御装置をそれぞれ示している。吸気通路３０は吸気マニホールド３１と吸気管３２とから構成されている。排気通路４０は排気マニホールド４１と排気管４２とから構成されている。

[0047] 電子制御装置８０はマイクロコンピュータからなる。また、電子制御装置８０はCPU（マイクロプロセッサ）８１、ROM（リードオンリメモリ）８２、RAM（ランダムアクセスメモリ）８３、バックアップRAM８４、および、インターフェース８５を有する。これらCPU８１、ROM８２、RAM８３、バックアップRAM８４、および、インターフェース８５は双方向バスによって互いに接続されている。

[0048] 燃料噴射弁２１は内燃機関の本体２０に取り付けられている。燃料噴射弁２１には燃料供給通路２３を介して燃料ポンプ２２が接続されている。燃料ポンプ２２は燃料噴射弁２１に燃料供給通路２３を介して高圧の燃料を供給する。また、燃料噴射弁２１は電子制御装置８０のインターフェース８５に電氣的に接続されている。電子制御装置８０は燃料噴射弁２１に燃料を噴射させるための指令信号を燃料噴射弁２１に供給する。また、燃料ポンプ２２も電子制御装置８０のインターフェース８５に電氣的に接続されている。電子制御装置８０は燃料ポンプ２２から燃料噴射弁２１に供給される燃料の圧力が予め定められた圧力に維持されるように燃料ポンプ２２の作動を制御する制御信号を燃料ポンプ２２に供給する。なお、燃料噴射弁２１はその燃料噴射孔が燃焼室内に露出するように内燃機関の本体２０に取り付けられている。したがって、電子制御装置８０から燃料噴射弁２１に指令信号が供給されると燃料噴射弁２１は燃焼室内に燃料を直接噴射する。

[0049] 吸気マニホールド３１はその一端で複数の管に分岐しており、これら分岐した管はそれぞれ内燃機関の本体２０の燃焼室にそれぞれ対応して形成されている吸気ポート（図示せず）に接続されている。また、吸気マニホールド３１

はその他端で吸気管 3 2 の一端に接続されている。

[0050] 排気マニホールド 4 1 はその一端で複数の管に分岐しており、これら分岐した管はそれぞれ内燃機関の本体 2 0 の燃焼室にそれぞれ対応して形成されている排気ポート（図示せず）に接続されている。また、排気マニホールド 4 1 はその他端で排気管 4 2 の一端に接続されている。

[0051] スロットル弁 3 3 は吸気管 3 2 に配置されている。また、スロットル弁 3 3 の開度（以下この開度を「スロットル弁開度」という）が変更されるとスロットル弁 3 3 が配置された領域における吸気管 3 2 内の流路面積が変わる。これによってスロットル弁 3 3 を通過する空気の量が変わり、ひいては、燃焼室に吸入される空気の量が変わる。スロットル弁 3 3 にはその動作状態（すなわち、スロットル弁開度）を変更するためのアクチュエータ（以下このアクチュエータを「スロットル弁アクチュエータ」という）が接続されている。スロットル弁アクチュエータは電子制御装置 8 0 のインターフェース 8 5 に電氣的に接続されている。電子制御装置 8 0 はスロットル弁開度を目標スロットル弁開度に制御するようにスロットル弁アクチュエータを駆動するための制御信号をスロットル弁アクチュエータに供給する。

[0052] インタークーラ 3 4 はスロットル弁 3 3 よりも上流において吸気管 3 2 に配置されている。インタークーラ 3 4 はそこに流入する空気を冷却する。

[0053] エアフローメータ 3 5 はインタークーラ 3 4 よりも上流において吸気管 3 2 に配置されている。また、エアフローメータ 3 5 は電子制御装置 8 0 のインターフェース 8 5 に電氣的に接続されている。エアフローメータ 3 5 はそこを通過する空気の量に対応する出力値を出力する。この出力値は電子制御装置 8 0 に入力される。電子制御装置 8 0 はこの出力値に基づいてエアフローメータ 3 5 を通過する空気の量、ひいては、燃焼室に吸入される空気の量を算出する。

[0054] 吸気圧センサ 3 7 はスロットル弁 3 3 よりも下流の吸気通路 3 0（より具体的には、吸気マニホールド 3 1）に配置されている。また、吸気圧センサ 3 7 は電子制御装置 8 0 のインターフェース 8 5 に電氣的に接続されている。

吸気圧センサ 37 はその周辺の気体の圧力（つまり、吸気マニホールド 31 内の気体の圧力であって、燃焼室に吸入される気体の圧力）に対応する出力値を出力する。電子制御装置 80 はこの出力値に基づいて吸気圧センサ 37 周りの気体の圧力、すなわち、燃焼室に吸入される気体の圧力（以下この圧力を「吸気圧」という）を算出する。

[0055] 空燃比センサ 43 は排気通路 40（より具体的には、吸気管 42）に配置されている。また、空燃比センサ 43 は電子制御装置 80 のインターフェース 85 に電氣的に接続されている。空燃比センサ 43 はそこに到来する排気ガス中の酸素濃度に対応する出力値を出力する。電子制御装置 80 はこの出力値に基づいて燃焼室に形成される混合気の空燃比を算出する。

[0056] アクセルペダル踏込量センサ 71 は電子制御装置 80 のインターフェース 85 に電氣的に接続されている。アクセルペダル踏込量センサ 71 はアクセルペダル 70 の踏込量に対応する出力値を出力する。この出力値は電子制御装置 80 に入力される。電子制御装置 80 はこの出力値に基づいてアクセルペダル 70 の踏込量、ひいては、内燃機関に要求されているトルクを算出する。

[0057] クランクポジションセンサ 72 は内燃機関のクランクシャフト（図示せず）近傍に配置されている。また、クランクポジションセンサ 72 は電子制御装置 80 のインターフェース 85 に電氣的に接続されている。クランクポジションセンサ 72 はクランクシャフトの回転位相に対応する出力値を出力する。この出力値は電子制御装置 80 に入力される。電子制御装置 80 はこの出力値に基づいて機関回転数を算出する。

[0058] EGR 装置 50 は排気再循環通路（以下この通路を「EGR 通路」という）51 と、排気再循環制御弁（以下この制御弁を「EGR 制御弁」という）52 と、排気再循環クーラ（以下このクーラを「EGR クーラ」という）53 とを有する。EGR 装置 50 は燃焼室から排気通路 40 に排出された排気ガスを EGR 通路 51 を介して吸気通路 30 に導入する装置である。EGR 通路 51 はその一端で排気通路 40（より具体的には、排気マニホールド 41

）に接続されているとともにその他端で吸気通路30（より具体的には、吸気マニホールド31）に接続されている。すなわち、EGR通路51は排気通路40を吸気通路30に連結している。EGR制御弁52はEGR通路51に配置されている。EGR制御弁52の開度（以下この開度を「EGR制御弁開度」という）が変更されるとEGR制御弁52を通過する排気ガスの量が変わり、ひいては、吸気通路30に導入される排気ガスの量が変わる。EGR制御弁52はその動作状態（すなわち、EGR制御弁開度）を変更するためのアクチュエータ（以下このアクチュエータを「EGR制御弁アクチュエータ」という）を内蔵している。EGR制御弁アクチュエータは電子制御装置80に電氣的に接続されている。電子制御装置80はEGR制御弁開度を目標EGR制御弁開度に制御するようにEGR制御弁アクチュエータを駆動するための制御信号をEGR制御弁アクチュエータに供給する。

[0059] 次に、第1実施形態の燃料噴射弁の制御について説明する。なお、以下の説明において「燃料噴射量」とは「燃料噴射弁から噴射される燃料の量」を意味する。第1実施形態では、アクセルペダルの踏込量に応じて最適な燃料噴射量が実験等によって予め求められる。そして、これら求められた燃料噴射量が図2（A）に示されているようにアクセルペダルの踏込量 D_{ac} の関数のマップの形で基準燃料噴射量 Q_b として電子制御装置に記憶されている。そして、機関運転中、その時々々のアクセルペダルの踏込量 D_{ac} に対応する基準燃料噴射量 Q_b が図2（A）のマップから取得され、この取得された基準燃料噴射量 Q_b が目標燃料噴射量に設定される。そして、斯くして設定された目標燃料噴射量の燃料が燃料噴射弁から噴射されるように電子制御装置から燃料噴射弁に指令信号が供給される。なお、図2（A）に示されているように、基準燃料噴射量 Q_b はアクセルペダルの踏込量 D_{ac} が大きくなるほど多くなる。

[0060] 次に、第1実施形態のスロットル弁の制御について説明する。第1実施形態では、図1に示されている内燃機関の運転状態を定常運転状態（すなわち、燃料噴射量と機関回転数とが一定に維持された状態）に維持するとともに

内燃機関を取り巻く環境に関するパラメータであって機関運転状態に影響を及ぼすパラメータ（たとえば、大気圧、大気温度、内燃機関の温度などであって、以下このパラメータを「環境パラメータ」という）の値が特定の値にあるという条件のもと、燃料噴射量と機関回転数とに応じた適切なスロットル弁開度が実験等によって予め求められる。そして、これら求められたスロットル弁開度が図2（B）に示されているように燃料噴射量 Q と機関回転数 N との関数のマップの形で基準スロットル弁開度 D_{thb} として電子制御装置に記憶されている。なお、図2（B）のマップでは、燃料噴射量 Q が多いほど基準スロットル弁開度 D_{thb} が大きくなり、機関回転数 N が大きいほど基準スロットル弁開度 D_{thb} が大きくなっている。

[0061] そして、機関運転中、その時々燃料噴射量 Q と機関回転数 N に対応する基準スロットル弁開度 D_{thb} が図2（B）のマップから取得され、この取得された基準スロットル弁開度 D_{thb} が目標スロットル弁開度に設定される。そして、スロットル弁開度が斯くして設定された目標スロットル弁開度 $T_{D_{th}}$ となるようにスロットル弁を駆動するようにスロットル弁アクチュエータを駆動させる制御信号が電子制御装置から供給される。なお、図2（B）に示されているマップでは、燃料噴射量 Q が大きいほど基準スロットル弁開度 D_{thb} が大きく、機関回転数 N が大きいほど基準スロットル弁開度 $T_{D_{th}}$ が大きい。

[0062] 次に、第1実施形態のEGR制御弁の制御について説明する。第1実施形態では、機関運転中、EGR率（すなわち、燃焼室に吸入される全ての気体の質量に占める排気ガスの質量の割合）の目標値が目標EGR率として設定される（この目標EGR率の設定方法については後述する）。そして、実際のEGR率（このEGR率の算出方法については後述する）が上記設定された目標EGR率に一致するようにEGR制御弁開度が制御されるように電子制御装置によってEGR制御弁アクチュエータがフィードバック制御される。より具体的には、実際のEGR率が目標EGR率よりも低ければEGR制御弁開度が大きくなるようにEGR制御弁を駆動するようにEGR制御弁ア

クチュエータを駆動させる制御信号が電子制御装置からEGR制御弁アクチュエータに供給される。一方、実際のEGR率が目標EGR率よりも高ければEGR制御弁開度が小さくなるようにEGR制御弁を駆動するようにEGR制御弁アクチュエータを駆動させる制御信号が電子制御装置からEGR制御弁アクチュエータに供給される。

[0063] 次に、第1実施形態の実際のEGR率の算出方法について説明する。第1実施形態では、次式1に従って実際のEGR率 R_{egr} が算出される。式1において「 G_c 」は「1回の吸気行程において燃焼室に吸入された気体の総量（つまり、空気とEGRガスとの混合気）」であり、「 G_a 」は「1回の吸気行程において燃焼室に供給された空気の量」である。なお、1つの吸気行程において燃焼室に吸入される気体の総量は、たとえば、機関回転数、吸気圧などのパラメータから算出可能であり、1回の吸気行程において燃焼室に吸入される空気の量は、たとえば、エアフローメータによって検出される空気の量から算出可能である。

$$[0064] \quad R_{egr} = (G_c - G_a) / G_c \quad \dots (1)$$

[0065] 次に、第1実施形態の目標EGR率の設定方法について説明する。第1実施形態では、図1に示されている内燃機関の運転状態を定常運転状態（すなわち、燃料噴射量と機関回転数とが一定に維持された状態）に維持するとともに内燃機関を取り巻く環境に関するパラメータであって機関運転状態に影響を及ぼすパラメータ（たとえば、大気圧、大気温度、内燃機関の温度などであって、以下このパラメータを「環境パラメータ」という）の値が特定の値にあるという条件のもと、燃料噴射量と機関回転数とに応じた適切なEGR率（すなわち、燃焼室に吸入される全ての気体の質量に占める排気ガスの質量の割合）が予め実験等によって求められる。そして、これら求められたEGR率が図2（C）に示されているように燃料噴射量 Q と機関回転数 N との関数のマップの形で基準EGR率 R_{egrb} として電子制御装置に記憶されている。なお、図2（C）のマップでは、燃料噴射量 Q が多いほど基準EGR率 R_{egrb} が小さくなり、機関回転数 N が大きいほど基準EGR率 R

e g r b が小さくなっている。

[0066] そして、次式 2 に示されているように、機関運転中に設定される目標燃料噴射量に制御パラメータ補正值（この制御パラメータ補正值の詳細については後述する）を乗算して得られる燃料噴射量を図 2（C）のマップからの基準 E G R 率 R e g r b の取得用の燃料噴射量 Q とするとともにそのときの機関回転数を図 2（C）のマップからの基準 E G R 率 R e g r b の取得用の機関回転数 N として図 2（C）のマップから基準 E G R 率 R e g r b が取得される。すなわち、機関運転中に設定される目標燃料噴射量を制御パラメータ補正值によって補正することによって得られる燃料噴射量が図 2（C）のマップからの基準 E G R 率 R e g r b の取得に用いられる。そして、図 2（C）のマップから取得された基準 E G R 率 R e g r b が目標 E G R 率に設定される。

[0067] $Q = T Q \times K \quad \dots (2)$

[0068] なお、式 2 において「Q」が「図 2（C）のマップからの基準 E G R 率の取得に用いられる燃料供給量」であり、「T Q」が「目標燃料噴射量」であり、「K」が「制御パラメータ補正值」である。

[0069] 次に、第 1 実施形態の制御パラメータ補正值について説明する。なお、以下の説明において「検出空燃比」とは「空燃比センサによって検出される混合気空燃比」を意味し、「推定空燃比」とは「混合気空燃比の推定値」を意味し、「吸入空気量」とは「エアフローメータによって検出される空気量」を意味する。

[0070] 第 1 実施形態では、次式 3 に示されているように、制御パラメータ補正值は瞬時補正值と学習補正值（これら瞬時補正值および学習補正值の詳細は後述する）と「1」とを合算することによって算出される。式 3 において「K」が「制御パラメータ補正值」であり、「K T」が「瞬時補正值」であり、「K G」が「学習補正值」である。

[0071] $K = K T + K G + 1 \quad \dots (3)$

[0072] 次に、第 1 実施形態の瞬時補正值について説明する。第 1 実施形態では、

次式4に示されているように、推定空燃比を検出空燃比によって除算した値（以下この値を「空燃比誤差比」という）が算出される。式4において「R a f」が「空燃比誤差比」であり、「A F e」が「推定空燃比」であり、「A F d」が「検出空燃比」である。また、推定空燃比は、次式5に示されているように、制御パラメータ補正値を目標燃料噴射量に乘算して得られる値によって吸入空気量を除算することによって得られる値である。式5において「A F e」が「推定空燃比」であり、「K」が「制御パラメータ補正値」であり、「T Q」が「目標燃料噴射量」であり、「G a」が「吸入空気量」である。また、空燃比誤差比は推定空燃比に対する検出空燃比の偏差に相当する値に相当するものであると言える。

[0073]
$$R a f = A F e / A F d \quad \dots (4)$$

$$A F e = G a / (T Q \times K) \quad \dots (5)$$

[0074] そして、空燃比誤差比が「1」ではないとき（つまり、検出空燃比が推定空燃比に一致していないとき）には、空燃比誤差比が「1」になるように基準EGR率の取得に用いられる燃料噴射量を算出するための目標燃料噴射量の補正に現在用いられている制御パラメータ補正値を補正することによって空燃比誤差比を「1」にすることができる制御パラメータ補正値に対する補正値が瞬時補正値として算出される。別の言い方をすれば、空燃比誤差比が「1」ではないときには、空燃比誤差比が「1」になるように基準EGR率の取得に用いられる燃料噴射量を算出するための目標燃料供給量の補正に現在用いられている制御パラメータ補正値によって目標燃料噴射量を補正することを前提にして現在の目標燃料噴射量を補正することによって空燃比誤差比を「1」にすることができる目標燃料噴射量に対する補正値が瞬時補正値として算出される。

[0075] 次に、第1実施形態の学習補正値について説明する。第1実施形態では、次式6に示されているように、逐次算出される瞬時補正値に所定の係数（以下この係数を「学習係数」といい、その詳細は後述する）を乗算して得られる値（以下この値を「学習加算値」という）と、現在用いられている学習補

正值とを合算することによって新たな学習補正值が算出される。式6において「 $K G_n$ 」が「新たに算出される学習補正值（すなわち、更新された学習補正值）」であり、「 $K T$ 」が「瞬時補正值」であり、「 $K L$ 」が「学習係数」であり、「 $K G_p$ 」が「現在用いられている学習補正值」である。

$$[0076] \quad K G_n = K T \times K L + K G_p \quad \dots (6)$$

[0077] なお、斯くして算出される新たな学習補正值 $K G_n$ は図3のマップに保存されている学習補正值 $K G$ のうち現在の目標燃料噴射量 $T Q$ と現在の機関回転数 N とに対応する学習補正值 $K G$ として保存される。こうした新たな学習補正值の算出とその保存とが学習補正值の更新に相当する。そして、機関運転中、上述したように空燃比誤差比に基づいて瞬時補正值が算出されるとともに、そのときの目標燃料噴射量 $T Q$ および機関回転数 N に基づいて図3のマップから学習補正值 $K G$ が取得される。そして、斯くして取得された学習補正值 $K G$ と上述したように算出される瞬時補正值とを上式3に適用することによって制御パラメータ補正值 K が算出される。なお、図3のマップに保存されている学習補正值 $K G$ の初期値は「0」である。

[0078] 次に、第1実施形態の学習係数について説明する。第1実施形態では、現在用いられている学習補正值が大きいほど学習係数が大きい値に設定される。なお、第1実施形態では、学習係数は「0」以上の値であって且つ「1」以下の値である。

[0079] 次に、第1実施形態から得られる利点について説明する。燃料噴射弁から目標燃料噴射量の燃料を噴射させるために燃料噴射弁に与えられるべき指令信号（別の言い方をすれば、燃料噴射弁に与えられるべき操作量）を目標燃料噴射量に基づいて算出するために、目標燃料噴射量と指令信号との間の関係（たとえば、目標燃料噴射量を指令信号に変換する変換則）が予め求められ、機関運転中、この関係を用いて目標燃料噴射量に基づいて指令信号が算出され、この指令信号が燃料噴射弁に与えられる。ここで、上記関係が求められたときに用いられた燃料噴射弁の動作特性を「所期の動作特性」と称し、上記関係が求められたときの燃料噴射弁を取り巻く環境を「所期の周囲環

境」と称したとき、燃料噴射弁の動作特性が所期の動作特性と同じであり且つ燃料噴射弁を取り巻く環境が所期の周囲環境と同じであれば、上記関係を用いて目標燃料噴射量に基づいて算出された指令信号が燃料噴射弁に与えられることによって燃料噴射量が目標燃料噴射量に一致するはずである。しかしながら、実際には、燃料噴射弁の動作特性は個々の燃料噴射弁によって異なることから、燃料噴射弁の動作特性が所期の動作特性からずれていることがある。この場合、上記関係を用いて算出された指令信号が燃料噴射弁に与えられたとしても燃料噴射量は目標燃料噴射量に一致しない。また、燃料噴射弁が長期間使用されることによって当該燃料噴射弁が劣化し、その動作特性が所期の動作特性からずれることがある。この場合にも、上記関係を用いて算出された指令信号が燃料噴射弁に与えられたとしても燃料噴射量は目標燃料噴射量に一致しない。もちろん、燃料噴射弁を取り巻く環境が所期の周囲環境とは異なることもある。この場合にも、上記関係を用いて算出された指令信号が燃料噴射弁に与えられたとしても燃料噴射量は目標燃料噴射量に一致しない。こうした状況下では、所期の動作特性に対する燃料噴射弁の動作特性の定常的な誤差（以下この誤差を「燃料噴射弁の定常動作特性誤差」という）が生じていると言える。

[0080] また、エアフローメータの出力値に基づいて吸入空気量を算出するために、エアフローメータの出力値と吸入空気量との間の関係（たとえば、エアフローメータの出力値を吸入空気量に変換する変換則）が予め求められ、機関運転中、この関係を用いてエアフローメータの出力値に基づいて吸入空気量が算出される。ここで、上記関係が求められたときに用いられたエアフローメータの動作特性を「所期の動作特性」と称し、上記関係が求められたときのエアフローメータを取り巻く環境を「所期の周囲環境」と称したとき、エアフローメータの動作特性が所期の動作特性と同じであり且つエアフローメータを取り巻く環境が所期の周囲環境と同じであれば、上記関係を用いて算出された吸入空気量は実際の吸入空気量に一致するはずである。しかしながら、実際には、エアフローメータの動作特性は個々のエアフローメータによ

って異なることから、エアフローメータの動作特性が所期の動作特性からずれていることがある。この場合、上記関係を用いて算出された吸入空気量が実際の吸入空気量に一致しない。また、エアフローメータが長期間使用されることによって当該エアフローメータが劣化し、その動作特性が所期の動作特性からずれることがある。この場合にも、上記関係を用いて算出された吸入空気量は実際の吸入空気量に一致しない。もちろん、エアフローメータを取り巻く環境が所期の周囲環境とは異なることもある。この場合にも、上記関係を用いて算出された吸入空気量は実際の吸入空気量に一致しない。こうした状況下では、所期の動作特性に対するエアフローメータの動作特性の定常的な誤差（以下この誤差を「エアフローメータの定常動作特性誤差」という）が生じていると言える。

[0081] そして、推定空燃比に対する検出空燃比（すなわち、混合気空燃比）の誤差（以下この誤差を「空燃比誤差」という）には上記燃料噴射弁の定常動作特性誤差と上記エアフローメータの定常動作特性誤差とに起因する空燃比誤差（以下この誤差を「定常空燃比誤差」という）が含まれており、機関運転状態が定常状態にあるときには空燃比誤差のほとんどが定常空燃比誤差であると言える。

[0082] ところで、瞬時補正值は空燃比誤差に基づいて逐次算出され、新たに算出される学習補正值にはこの瞬時補正值が反映される。したがって、学習補正值には定常空燃比誤差を解消する働きがある。そして、学習補正值の算出回数が多くなれば、すなわち、学習補正值の学習が進めば、学習補正值は定常空燃比誤差を完全に解消することができる値（以下この値を「習熟値」という）に徐々に近づく。したがって、混合気空燃比を目標空燃比に早く収束させるという観点では、学習補正值を習熟値に早く到達させることが好ましい。すなわち、学習補正值の学習速度を向上させることが好ましい。

[0083] ここで、学習補正值の学習速度を向上させる手段として、学習係数を比較的大きい値に設定するという手段が考えられる。しかしながら、これには以下のような不都合がある。すなわち、学習係数が比較的大きい一定の値に固

定されている場合、過剰に大きな瞬時補正值（すなわち、混合気の空燃比を推定空燃比に安定した挙動で収束させることができる適切な瞬時補正值から大きくかけ離れた瞬時補正值）が算出されると、過剰に大きな学習加算値（すなわち、混合気の空燃比を推定空燃比に安定した挙動で収束させることができる適切な学習補正值から大きくかけ離れた学習補正值を算出させてしまう学習加算値）が算出される可能性がある。ここで、過剰に大きな学習加算値が算出され、この学習加算値を用いて新たな学習補正值が算出される（すなわち、学習補正值が更新される）と、過剰に大きな学習補正值（すなわち、混合気の空燃比を推定空燃比に安定した挙動で収束させることができる適切な学習補正值から大きくかけ離れた学習補正值）が算出されることになる。そして、この過剰に大きな学習補正值が制御パラメータ補正值の算出に用いられ、この制御パラメータ補正值によって目標燃料噴射量が補正され、この補正された目標燃料噴射量を用いて基準EGR率が取得され、この基準EGR率に基づいて目標EGR率が設定され、この目標EGR率がEGR制御弁の動作状態の制御に用いられると、混合気の空燃比が不安定な挙動を示しながら変化することになる。つまり、混合気の空燃比の制御が不安定になる。しかしながら、混合気の空燃比の制御が不安定であることは好ましくない。しかも、混合気の空燃比の制御が不安定な状態で学習補正值の学習が進行したとしても結果的には学習補正值を早く習熟値に到達させることはできない（すなわち、学習補正值の学習速度は向上されない）。しかしながら、学習係数を比較的小さい一定の値に固定すれば混合気の空燃比の制御は安定するが学習補正值を早く習熟値に到達させることはできない。

[0084] つまり、混合気の空燃比を好ましい形態で制御するためには混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することが望ましいが、学習係数を一定の値に固定するという手段を採用する限り、これらを同時に達成することはできないのである。

[0085] しかしながら、第1実施形態では、現在用いられている学習補正值が大きいほど学習係数が大きな値に設定される。ここで、学習補正值が大きいこと

は学習補正值が習熟値に近いことを意味し、学習補正值が習熟値に近ければ過剰な瞬時補正值が算出される可能性が低い。したがって、学習補正值が大きいときに学習係数が大きな値として算出されたとしても、過剰な学習加算値が算出される可能性が低い。したがって、このとき算出される学習加算値によって更新された学習補正值が基準EGR率取得用の燃料噴射量の算出に用いられ、その燃料噴射量に基づいて取得された基準EGR率に基づいて目標EGR率が設定され、この目標EGR率がEGR制御弁の動作状態（すなわち、EGR制御弁開度）の制御に用いられたとしても、混合気の空燃比の制御が不安定になることが十分に抑制され、その一方で、学習係数が大きいのであるから学習補正值の学習速度が十分に向上される。

[0086] 逆に、第1実施形態では、現在用いられている学習補正值が小さいほど学習係数が小さな値に設定される。ここで、学習補正值が小さいことは学習補正值が習熟値から遠いことを意味し、学習補正值が習熟値から遠ければ過剰な瞬時補正值が算出される可能性が高い。したがって、学習係数が大きいと過剰な学習加算値が算出される可能性が高い。上述したように、過剰な学習加算値によって更新された学習補正值が基準EGR率取得用の燃料噴射量の算出に用いられ、その燃料噴射量に基づいて取得された基準EGR率に基づいて目標EGR率が設定され、この目標EGR率がEGR制御弁の動作状態（すなわち、EGR制御弁開度）の制御に用いられると、混合気の空燃比の制御が不安定なる。しかしながら、第1実施形態では、学習係数は学習補正值が小さいほど小さい値に設定されるのだから、過剰な瞬時補正值が算出されたとしても過剰な学習加算値が算出される可能性は低い。したがって、第1実施形態によれば、混合気の空燃比の制御が不安定になることが十分に抑制され、その一方で、学習係数が学習補正值に応じた値に設定されるのであるから学習補正值の学習速度が適正な形で向上される。

[0087] つまり、第1実施形態では、新たに算出される学習補正值に対する現在用いられている学習補正值の寄与度、ひいては、制御パラメータ補正值に対する学習補正值の寄与度に応じた学習係数が設定されるのである。

- [0088] こうした理由から、第1実施形態には、混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することができるという利点がある。
- [0089] 次に、第1実施形態の学習補正值の更新を実行するルーチンの一例について説明する。このルーチンの一例が図4に示されている。なお、図4のルーチンは所定の時間間隔で実行されるルーチン、すなわち、所定の演算周期でもって実行されるルーチンである。
- [0090] 図4のルーチンが開始されると、始めに、ステップ100において、現在の目標燃料噴射量 TQ と現在の機関回転数 N とが取得される。次いで、ステップ101において、本ステップの実行の直前（すなわち、本ステップの実行時点に最も近い過去の時点）に算出された瞬時補正值 KT が取得されるとともに、ステップ100で取得された目標燃料噴射量 TQ と機関回転数 N とに基づいて図3のマップから学習補正值 KGp が取得される。次いで、ステップ101で取得された学習補正值 KGp が大きいほど大きい値になるように学習係数 KL が設定される。次いで、ステップ103において、ステップ101で取得された瞬時補正值 KT および学習補正值 KTp とステップ102で設定された学習係数 KL とを上式6に適用することによって新たな学習補正值 KGn が算出される。次いで、ステップ104において、ステップ103で算出された新たな学習補正值 KGn がステップ100で取得された目標燃料噴射量 TQ と機関回転数 N とに対応する図3のマップの学習補正值として保存され、ルーチンが終了する。
- [0091] なお、第1実施形態の学習係数の設定方法はそのときに用いられている学習補正值が大きいほど大きい学習係数が設定される方法であれば如何なる方法でもよく、たとえば、以下のような方法を採用することができる。次に、この方法を採用した実施形態（以下「第2実施形態」という）について説明する。
- [0092] 第2実施形態では、次式7に示されているように、逐次算出される瞬時補正值に学習係数（以下、第1実施形態の学習係数に対応する第2実施形態の

学習係数を「第1学習係数」といい、その詳細は後述する)を乗算して得られる値(すなわち、学習加算値)と、現在用いられている学習補正值に所定の係数(以下この係数を「第2学習係数」といい、その詳細は後述する)を乗算して得られる値とを合算することによって新たな学習補正值が算出される。式7において「 $K G_n$ 」が「新たに算出される学習補正值(すなわち、更新された学習補正值)」であり、「 $K T$ 」が「瞬時補正值」であり、「 $K L_1$ 」が「第1学習係数」であり、「 $K G_p$ 」が「現在用いられている学習補正值」であり、「 $K L_2$ 」が「第2学習係数」である。

[0093] $K G_n = K T \times K L_1 + K G_p \times K L_2 \quad \dots (7)$

[0094] なお、第2実施形態では、第1実施形態と同様に、斯くして算出される新たな学習補正值 $K G_n$ は図3のマップに保存されている学習補正值 $K G$ のうち現在の目標燃料噴射量 $T Q$ と現在の機関回転数 N とに対応する学習補正值 $K G$ として保存される。そして、機関運転中、空燃比誤差比に基づいて瞬時補正值が算出されるとともに、そのときの目標燃料噴射量 $T Q$ および機関回転数 N に基づいて図3のマップから学習補正值 $K G$ が取得される。そして、斯くして取得された学習補正值 $K G$ と上述したように算出される瞬時補正值とを上式3に適用することによって制御パラメータ補正值 K が算出される。

[0095] 次に、第2実施形態の第1学習係数および第2学習係数について説明する。第2実施形態では、次式8に示されているように、逐次算出される瞬時補正值の絶対値に演算周期(すなわち、補正学習値の算出を実行する時間周期)を乗算して得られる値を、逐次算出される瞬時補正值に現在用いられている学習補正值を加算して得られる値の絶対値に基準値を乗算して得られる値で除算した値が可変時定数として算出される。式8において「 $K V$ 」が「可変時定数」であり、「 $K T$ 」が「瞬時補正值」であり、「 $T C$ 」が「演算周期」であり、「 $K G$ 」が「現在用いられている学習補正值」であり、「 $K B$ 」が「基準値」である。また、混合気の空燃比を安定した挙動で推定空燃比に収束させるのに適切な制御パラメータ補正值に対する実際の制御パラメータ補正值の誤差の範囲を「許容誤差範囲」と称したとき、基準値とは、実際

の制御パラメータ補正值が許容誤差範囲内に収まるように予め実験等によって求められた値である。

$$[0096] \quad K V = (| K T | \times T C) / (| K T + K G | \times K B) \quad \dots (8)$$

[0097] そして、第2実施形態では、次式9に示されているように、演算周期に可変時定数を加算して得られる値で演算周期を除算することによって第1学習係数が算出されるとともに、次式10に示されているように、演算周期に可変時定数を加算して得られる値で可変時定数を除算することによって第2学習係数が算出される。式9および式10において「KL1」が「第1学習係数」であり、「KL2」が「第2学習係数」であり、「TC」が「演算周期」であり、「KV」が「可変時定数」である。

$$[0098] \quad K L 1 = T C / (T C + K V) \quad \dots (9)$$

$$K L 2 = K V / (T C + K V) \quad \dots (10)$$

[0099] 次に、第2実施形態から得られる利点について説明する。第1実施形態に関連して説明したように、混合気の空燃比を目標空燃比に早く収束させるという観点では、学習補正值を習熟値に早く到達させることが好ましい。すなわち、学習補正值の学習速度を向上させることが好ましい。

[0100] ここで、学習補正值の学習速度を向上させる手段として、第1学習係数を比較的大きい値に設定するという手段が考えられる。しかしながら、これには以下のような不都合がある。すなわち、第1学習係数が比較的大きい一定の値に固定されている場合、過剰に大きな瞬時補正值が算出されると、過剰に大きな学習加算値が算出される可能性がある。ここで、過剰に大きな学習加算値が算出され、この学習加算値を用いて新たな学習補正值が算出される（すなわち、学習補正值が更新される）と、過剰に大きな学習補正值が算出されることになる。そして、この過剰に大きな学習補正值が制御パラメータ補正值の算出に用いられ、この制御パラメータ補正值によって目標燃料噴射量が補正され、この補正された目標燃料噴射量を用いて基準EGR率が取得され、この基準EGR率に基づいて目標EGR率が設定され、この目標EGR率がEGR制御弁の動作状態の制御に用いられると、混合気の空燃比が不

安定な挙動を示しながら変化することになる。つまり、混合気の空燃比の制御が不安定になる。しかしながら、混合気の空燃比の制御が不安定であることは好ましくない。しかも、混合気の空燃比の制御が不安定な状態で学習補正值の学習が進行したとしても結果的には学習補正值を早く習熟値に到達させることはできない（すなわち、学習補正值の学習速度は向上されない）。しかしながら、第1学習係数を比較的小さい一定の値に固定すれば混合気の空燃比の制御は安定するが学習補正值を早く習熟値に到達させることはできない。

[0101] そして、このことは第2学習係数が比較的大きな値に固定されていようとも比較的小きな値に固定されていようとも等しく当てはまる。

[0102] つまり、混合気の空燃比を好ましい形態で制御するためには混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することが望ましいが、第1学習係数を一定の値に固定するという手段を採用する限り、これらを同時に達成することはできないのである。

[0103] しかしながら、第2実施形態では、上式8から判るように、学習補正值 K_G が大きいほど可変時定数 K_V は小さい値として算出される。そして、上式9から判るように、可変時定数 K_V が小さいほど第1学習係数 K_{L1} は大きい値として算出される。つまり、学習補正值 K_G が大きいほど第1学習係数 K_{L1} は大きい値として算出されるのである。ここで、学習補正值が大きいことは学習補正值が習熟値に近いことを意味し、学習補正值が習熟値に近ければ過剰な瞬時補正值が算出される可能性が低い。したがって、学習補正值が大きいときに第1学習係数が大きな値として算出されたとしても、過剰な学習加算値が算出される可能性が低い。したがって、このとき算出される学習加算値によって更新された学習補正值が基準 EGR 率取得用の燃料噴射量の算出に用いられ、その燃料噴射量に基づいて取得された基準 EGR 率に基づいて目標 EGR 率が設定され、この目標 EGR 率が EGR 制御弁の動作状態（すなわち、 EGR 制御弁開度）の制御に用いられたとしても、混合気の空燃比の制御が不安定になることが十分に抑制され、その一方で、第1学習

係数が大きいのであるから、学習補正值の学習速度が十分に向上される。

[0104] 逆に、第2実施形態では、学習補正值が小さいほど第1学習係数は小さい値として算出される。ここで、学習補正值が小さいことは学習補正值が習熟値から遠いことを意味し、学習補正值が習熟値から遠ければ過剰な瞬時補正值が算出される可能性が高い。したがって、第1学習係数が大きいと過剰な学習加算値が算出される可能性が高い。上述したように、過剰な学習加算値によって更新された学習補正值が基準EGR率取得用の燃料噴射量の算出に用いられ、その燃料噴射量に基づいて取得された基準EGR率に基づいて目標EGR率が設定され、この目標EGR率がEGR制御弁の動作状態（すなわち、EGR制御弁開度）の制御に用いられると、混合気の空燃比の制御が不安定なる。しかしながら、第1実施形態では、第1学習係数は学習補正值が小さいほど小さい値として算出されるのだから、過剰な瞬時補正值が算出されたとしても過剰な学習加算値が算出される可能性は低い。したがって、第2実施形態によれば、混合気の空燃比の制御が不安定になることが十分に抑制され、その一方で、第1学習係数が学習補正值に応じた値に設定されるのであるから、学習補正值の学習速度が適正な形で向上される。

[0105] つまり、第2実施形態でも、第1実施形態と同様に、新たに算出される学習補正值に対する現在用いられている学習補正值の寄与度、ひいては、制御パラメータ補正值に対する学習補正值の寄与度に応じた第1学習係数が算出されるのである。

[0106] こうした理由から、第2実施形態には、混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することができるという利点がある。

[0107] なお、混合気の空燃比の制御を安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成するという観点から、可変時定数に上限値がある場合、第2実施形態において、上式8から算出された可変時定数KVがその上限値よりも大きいか否かを判定し、上式8から算出された可変時定数がその上限値よりも大きいときにこの上限値を第1学習係数および第2学習係数の算出に

実際に用いられる可変時定数として採用するようにしてもよい。つまり、上式 8 から算出される可変時定数をその上限値にガードするようにしてもよい。もちろん、上式 8 から算出された可変時定数がその上限値以下であるときには同算出された可変時定数を第 1 学習係数および第 2 学習係数の算出に実際に用いられる可変時定数として採用すればよい。同様に、混合気の空燃比の制御を安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成するという観点から、可変時定数に下限値がある場合、第 2 実施形態において、上式 8 から算出された可変時定数 KV がその下限値よりも小さいか否かを判定し、上式 8 から算出された可変時定数がその下限値よりも小さいときにこの下限値を第 1 学習係数および第 2 学習係数の算出に実際に用いられる可変時定数として採用するようにしてもよい。つまり、上式 8 から算出される可変時定数をその下限値にガードするようにしてもよい。もちろん、上式 8 から算出された可変時定数がその下限値以上であるときには同算出された可変時定数を第 1 学習係数および第 2 学習係数の算出に実際に用いられる可変時定数として採用すればよい。

[0108] また、第 2 実施形態では、第 1 学習係数だけでなく第 2 学習係数も学習補正值に応じて変化する。しかしながら、これに代えて、第 2 学習係数が一定の値に固定されていてもよい。

[0109] また、第 2 実施形態において、学習補正值の学習速度を向上させる観点では、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内に収まることを条件として可能な限り大きな第 1 学習係数が算出されるように基準値を設定することが好ましい。

[0110] 次に、第 2 実施形態の学習補正值の更新を実行するルーチンの一例について説明する。このルーチンの一例が図 5 に示されている。なお、図 5 のルーチンは所定の時間間隔で実行されるルーチン、すなわち、所定の演算周期をもって実行されるルーチンである。

[0111] 図 5 のルーチンが開始されると、始めに、ステップ 200 において、現在の目標燃料噴射量 TQ と現在の機関回転数 N とが取得される。次いで、ステ

ップ201において、本ステップの実行の直前（すなわち、本ステップの実行時点に最も近い過去の時点）に算出された瞬時補正值 K_T が取得されるとともに、ステップ200で取得された目標燃料噴射量 T_Q と機関回転数 N とに基づいて図3のマップから学習補正值 K_{Gp} が取得される。次いで、ステップ201で取得された瞬時補正值 K_T および学習補正值 K_{Gp} を上式8に適用することによって可変時定数 K_V が算出される。次いで、ステップ203において、ステップ202で算出された可変時定数 K_V を上式9に適用することによって第1学習係数 K_{L1} が算出されるとともに、ステップ202で算出された可変時定数 K_V を上式10に適用することによって第2学習係数 K_{L2} が算出される。次いで、ステップ204において、ステップ201で取得された瞬時補正值 K_T および学習補正值 K_{Tp} とステップ203で算出された第1学習係数 K_{L1} および第2学習係数 K_{L2} とを上式7に適用することによって新たな学習補正值 K_{Gn} が算出される。次いで、ステップ205において、ステップ204で算出された新たな学習補正值 K_{Gn} がステップ200で取得された目標燃料噴射量 T_Q と機関回転数 N とに対応する図3のマップの学習補正值として保存され、ルーチンが終了する。

[0112] ところで、第1実施形態の技術思想は、広く捉えれば、新たに算出された学習補正值を用いて制御パラメータ補正值が算出され、この制御パラメータ補正值によって補正された目標燃料噴射量と機関回転数とに応じた基準 EGR 率が図2（C）のマップから取得され、この取得された基準 EGR 率が目標 EGR 率に設定され、この設定された目標 EGR 率に従って EGR 制御弁の動作状態（すなわち、 EGR 制御弁の開度）が制御された場合に、混合気の空燃比を推定空燃比に向かって安定した挙動で制御することができるか否かに応じて学習係数を設定するという技術思想である。そして、第1実施形態の技術思想をこのように捉えた場合、こうした技術思想を具体化する実施形態として、以下のような実施形態を挙げることができる。次に、この実施形態（以下「第3実施形態」）について説明する。なお、第3実施形態の制御装置が適用される内燃機関は図1に示されている内燃機関である。また、

以下の説明において言及されていない第3実施形態の構成は第1実施形態の構成と同じである。

[0113] 第3実施形態では、第1実施形態と同様に目標EGR率が設定される。すなわち、上式2に示されているように、機関運転中に設定される目標燃料噴射量に制御パラメータ補正値を乗算して得られる燃料噴射量を図2(C)のマップから基準EGR率の取得用の燃料噴射量とするとともにそのときの機関回転数を図2(C)のマップからの基準EGR率の取得用の機関回転数として図2(C)のマップから基準EGR率が取得される。そして、この取得された基準EGR率が目標EGR率に設定される。

[0114] また、第3実施形態では、第1実施形態と同様に制御パラメータ補正値が算出される。すなわち、上式3に示されているように、瞬時補正値KTと学習補正値KGと「1」とを合算することによって制御パラメータ補正値Kが算出される。

[0115] また、第3実施形態では、第1実施形態と同様に瞬時補正値が算出される。すなわち、上式4に示されているように、推定空燃比 AFe を検出空燃比 AFd によって除算した値（すなわち、空燃比誤差比） Raf が算出される。ここで、推定空燃比 AFe は、上式5に示されているように、制御パラメータ補正値Kを目標燃料噴射量 TQ に乗算して得られる値によって吸入空気量 Ga を除算することによって得られる値である。

[0116] そして、空燃比誤差比が「1」ではないとき（つまり、検出空燃比が推定空燃比に一致していないとき）には、空燃比誤差比が「1」になるように基準EGR率の取得に用いられる燃料噴射量を算出するための目標燃料噴射量の補正に現在用いられている制御パラメータ補正値を補正することによって空燃比誤差比を「1」にすることができる制御パラメータ補正値に対する補正値が瞬時補正値として算出される。

[0117] また、第3実施形態では、第1実施形態と同様に学習補正値が算出される。すなわち、上式6に示されているように、逐次算出される瞬時補正値KTに学習係数KLを乗算して得られる学習加算値と現在用いられている学習補

正值 $K G p$ とを合算することによって新たな学習補正值 $K G n$ が算出される。

[0118] なお、第1実施形態と同様に、斯くして算出される新たな学習補正值は図3のマップに保存されている学習補正值のうち現在の目標燃料噴射量と現在の機関回転数とに対応する学習補正值として保存される。そして、機関運転中、上述したように空燃比誤差比に基づいて瞬時補正值が算出されるとともに、そのときの目標燃料噴射量および機関回転数に基づいて図3のマップから学習補正值が取得される。そして、斯くして取得された学習補正值と上述したように算出される瞬時補正值とを上式3に適用することによって制御パラメータ補正值が算出される。

[0119] 次に、第3実施形態の学習係数について説明する。第3実施形態では、規定の学習係数が予め設定される。そして、この規定の学習係数を用いて学習補正值が更新され、斯くして更新される学習補正值を用いて制御パラメータ補正值が算出され、斯くして算出される制御パラメータ補正值によって補正された目標燃料噴射量と機関回転数とに応じた基準 $E G R$ 率が図2(C)のマップから取得され、この取得された基準 $E G R$ 率が目標 $E G R$ 率に設定され、この設定された目標 $E G R$ 率に従って $E G R$ 制御弁の動作状態（すなわち、 $E G R$ 制御弁開度）が制御された場合に、混合気の空燃比を推定空燃比に向かって安定した挙動で制御することができる制御パラメータ補正值の範囲（以下この範囲を「許容補正值範囲」という）が実験等によって予め求められる。

[0120] そして、機関運転中、算出される制御パラメータ補正值が上記許容補正值範囲内にあるか否かが判定される。ここで、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内にあると判定されたときには、規定の学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる学習係数としてそのまま採用される。

[0121] 一方、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内ないと判定されたときには、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲の上限値（以下この上限値を「許容上限値」という）よりも大きいかが判定される。ここで、制御パ

ラメータ補正值が許容上限値よりも大きいと判定されたときには、制御パラメータ補正值を許容上限値に一致させることができる学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる学習係数として採用される。つまり、制御パラメータ補正值が許容上限値よりも大きいと判定されたときには、制御パラメータ補正值が許容上限値に一致するように規定の学習係数が補正され、この補正された学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる学習係数として採用される。

[0122] 一方、制御パラメータ補正值が許容上限値よりも大きくないと判定されたとき、すなわち、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲の下限値（以下この下限値を「許容下限値」という）よりも小さいときには、制御パラメータ補正值を許容下限値に一致させることができる学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる学習係数として採用される。つまり、制御パラメータ補正值が許容下限値よりも小さいときには、制御パラメータ補正值が許容下限値に一致するように規定の学習係数が補正され、この補正された学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる学習係数として採用される。

[0123] 次に、第3実施形態から得られる利点について説明する。第1実施形態に関連して説明したように、混合気の空燃比を好ましい形態で制御するためには混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することが望ましいが、第1学習係数を一定の値に固定するという手段を採用する限り、これらを同時に達成することはできない。

[0124] しかしながら、第3実施形態では、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内でないとき、すなわち、規定の学習係数を用いて学習補正值の更新が行われると混合気の空燃比を推定空燃比に向かって安定した挙動で制御することができないときには、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内の値になるように規定の学習係数が補正され、この補正された学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる学習係数として採用される。より具体的には、制御パラメータ補正值が許容上限値よりも大きく、したがって、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内でないときには、制御パラメータ補正值が許容

上限値に一致するように規定の学習係数が補正され、この補正された学習係数が学習補正値の更新に実際に用いられる学習係数として採用される。これによれば、混合気の空燃比を推定空燃比に向かって安定した挙動で制御することができる。つまり、混合気の空燃比の制御の安定が確保される。一方、制御パラメータ補正値が許容下限値よりも小さく、したがって、制御パラメータ補正値が許容補正値範囲内には、制御パラメータ補正値が許容下限値に一致するように規定の学習係数が補正され、この補正された学習係数が学習補正値の更新に実際に用いられる学習係数として採用される。これによれば、混合気の空燃比を推定空燃比に向かって安定した挙動で制御することができる。つまり、混合気の空燃比の制御の安定性が確保される。

[0125] さらに、第3実施形態では、制御パラメータ補正値が許容補正値範囲内には、学習係数が補正される。すなわち、混合気の空燃比の制御の安定性が確保されないときにのみ規定の学習係数が補正される。したがって、全体として、学習補正値の更新に実際に用いられる学習係数は学習補正値の学習速度を高く維持することができる学習係数に設定される。このため、第3実施形態によれば、全体として、学習補正値の学習速度の向上が図られている。

[0126] つまり、第3実施形態では、新たに算出される学習補正値に対する現在用いられている学習補正値の寄与度、ひいては、制御パラメータ補正値に対する学習補正値の寄与度に応じた学習係数が算出されるのである。

[0127] こうした理由から、第3実施形態には、混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正値の学習速度の向上とを同時に達成することができるという利点がある。

[0128] なお、第3実施形態では、制御パラメータ補正値が許容上限値よりも大きいときに制御パラメータ補正値が許容上限値に一致するように規定の学習係数が補正される。しかしながら、混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正値の学習速度の向上とを同時に達成するためには、広くは、制御パラメータ補正値が許容上限値よりも大きいときに制御パラメータ補正値が許容

補正值範囲内の値になるように規定の学習係数を補正するようにしてもよい。また、第3実施形態では、制御パラメータ補正值が許容下限値よりも小さいときに制御パラメータ補正值が許容下限値に一致するように規定の学習係数が補正される。しかしながら、混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成するためには、広くは、制御パラメータ補正值が許容下限値よりも小さいときに制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内の値になるように規定の学習係数を補正するようにしてもよい。

[0129] また、第3実施形態では、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内にないときにのみ規定の学習係数が補正される。しかしながら、これに加えて、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内にあるときに制御パラメータ補正值が許容補正值内に収まる範囲で学習係数を補正するようにしてもよい。この場合、学習補正值の学習速度を向上させる観点では、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内にあるときに制御パラメータ補正值を許容補正值範囲内に収めることができる学習係数のうち最も大きい学習係数となるように規定の学習係数を補正するようにすることが好ましい。

[0130] 次に、第3実施形態の学習補正值の更新を実行するルーチンの一例について説明する。このルーチンの一例は図6および図7に示されている。なお、図6および図7のルーチンは所定の時間間隔で実行されるルーチン、すなわち、所定の演算周期でもって実行されるルーチンである。

[0131] 図6および図7のルーチンが開始されると、始めに、ステップ300において、現在の目標燃料噴射量 TQ と現在の機関回転数 N とが取得される。次いで、ステップ301において、本ステップの実行の直前（すなわち、本ステップの実行時点に最も近い過去の時点）に算出された制御パラメータ補正值 K および瞬時補正值 KT が取得されるとともに、ステップ300で取得された目標燃料噴射量 TQ と機関回転数 N とに基づいて図3のマップから学習補正值 KGp が取得される。次いで、ステップ302において、ステップ301で取得された制御パラメータ補正值 K が許容補正值範囲内にある（ Km

$i n \leq K < K_{max}$) が否かが判別される。ここで、制御パラメータ補正值 K が許容補正值範囲内にあると判別されたときには、ルーチンはステップ 303 に進む。一方、制御パラメータ補正值 K が許容補正值範囲内ないと判別されたときには、ルーチンは図 7 のステップ 306 に進む。

[0132] ステップ 302 において制御パラメータ補正值 K が許容補正值範囲内にあると判別され、ルーチンがステップ 303 に進むと、規定の学習係数 K_{L1p} が学習係数 K_{L1} に入力され、ルーチンがステップ 304 に進む。

[0133] ステップ 302 において制御パラメータ補正值 K が許容補正值範囲内ないと判別され、ルーチンが図 7 のステップ 306 に進むと、ステップ 301 で取得された制御パラメータ補正值 K が許容補正值範囲の上限値 K_{max} よりも大きい ($K_{max} < K$) が否かが判別される。ここで、 $K_{max} < K$ であると判別されたときには、ルーチンはステップ 307 に進む。一方、 $K_{max} < K$ ではないと判別されたときには、ルーチンはステップ 309 に進む。

[0134] ステップ 306 において $K_{max} < K$ であると判別され、ルーチンがステップ 307 に進むと、ステップ 301 で取得された制御パラメータ補正值 K を上限値 K_{max} に一致させることができるように規定の学習係数が補正されることによって補正学習係数 K_{La} が算出される。次いで、ステップ 308 において、ステップ 307 で算出された補正学習係数 K_{La} が学習係数 K_L に入力され、ルーチンがステップ 304 に進む。

[0135] ステップ 306 において $K_{max} < K$ ではないと判別され、すなわち、ステップ 301 で取得された制御パラメータ補正值 K が許容補正值範囲の下限値 K_{min} よりも小さく、ルーチンがステップ 309 に進むと、ステップ 301 で取得された制御パラメータ補正值 K を下限値 K_{min} に一致させることができるように規定の学習係数が補正されることによって補正学習係数 K_{La} が算出される。次いで、ステップ 310 において、ステップ 309 で算出された補正学習係数 K_{La} が学習係数 K_L に入力され、ルーチンがステップ 304 に進む。

[0136] 図6のステップ304では、新たな学習補正值 KG_n が算出される。より具体的には、ルーチンがステップ303からステップ304に進んだ場合には、ステップ303で規定の学習係数 KL_p が入力された学習係数 KL とステップ301で取得された瞬時補正值 KT および学習補正值 KG_p とを上式6に適用することによって新たな学習補正值 KG_n が算出される。ルーチンがステップ308からステップ304に進んだ場合には、ステップ308で補正学習係数 KL_a が入力された学習係数 KL とステップ301で取得された瞬時補正值 KT および学習補正值 KG_p とを上式6に適用することによって新たな学習補正值 KG_n が算出される。ルーチンがステップ310からステップ304に進んだ場合には、ステップ310で補正学習係数 KL_a が入力された学習係数 KL とステップ301で取得された瞬時補正值 KT および学習補正值 KG_p とを上式6に適用することによって新たな学習補正值 KG_n が算出される。次いで、ステップ305において、ステップ304で算出された新たな学習補正值 KG_n がステップ300で取得された目標燃料噴射量 TQ と機関回転数 N とに対応して電子制御装置に保存される。

[0137] ところで、第2実施形態の技術思想は、広く捉えれば、新たに算出された学習補正值を用いて制御パラメータ補正值が算出され、この制御パラメータ補正值によって補正された目標燃料噴射量と機関回転数とに応じた基準 EGR 率が図2(C)のマップから取得され、この取得された基準 EGR 率が目標 EGR 率に設定され、この設定された目標 EGR 率に従って EGR 制御弁の動作状態（すなわち、 EGR 制御弁の開度）が制御された場合に、混合気の空燃比を推定空燃比に向かって安定した挙動で制御することができるか否かに応じて第1学習係数を設定するという技術思想である。そして、第2実施形態の技術思想をこのように捉えた場合、こうした技術思想を具体化する実施形態として、以下のような実施形態を挙げることもできる。次に、この実施形態（以下「第4実施形態」）について説明する。なお、第4実施形態の制御装置が適用される内燃機関は図1に示されている内燃機関である。また、以下の説明において言及されていない第4実施形態の構成は第2実施形

態の構成と同じである。

[0138] 第4実施形態では、第2実施形態と同様に目標EGR率が設定される。すなわち、上式2に示されているように、機関運転中に設定される目標燃料噴射量に制御パラメータ補正値を乗算して得られる燃料噴射量を図2(C)のマップから基準EGR率の取得用の燃料噴射量とするとともにそのときの機関回転数を図2(C)のマップからの基準EGR率の取得用の機関回転数として図2(C)のマップから基準EGR率が取得される。そして、この取得された基準EGR率が目標EGR率に設定される。

[0139] また、第4実施形態では、第2実施形態と同様に制御パラメータ補正値が算出される。すなわち、上式3に示されているように、瞬時補正値KTと学習補正値KGと「1」とを合算することによって制御パラメータ補正値Kが算出される。

[0140] また、第4実施形態では、第2実施形態と同様に瞬時補正値が算出される。すなわち、上式4に示されているように、推定空燃比AFeを検出空燃比AFdによって除算した値（すなわち、空燃比誤差比）Rafが算出される。ここで、推定空燃比AFeは、上式5に示されているように、制御パラメータ補正値Kを目標燃料噴射量TQに乗算して得られる値によって吸入空気量Gaを除算することによって得られる値である。

[0141] そして、空燃比誤差比が「1」ではないとき（つまり、検出空燃比が推定空燃比に一致していないとき）には、空燃比誤差比が「1」になるように基準EGR率の取得に用いられる燃料噴射量を算出するための目標燃料噴射量の補正に現在用いられている制御パラメータ補正値を補正することによって空燃比誤差比を「1」にすることができる制御パラメータ補正値に対する補正値が瞬時補正値として算出される。

[0142] また、第4実施形態では、第2実施形態と同様に学習補正値が算出される。すなわち、上式7に示されているように、逐次算出される瞬時補正値KTに第1学習係数KL1を乗算して得られる学習加算値と現在用いられている学習補正値Kgpに第2学習係数KL2を乗算して得られる値とを合算する

ことによって新たな学習補正值 $K G_n$ が算出される。

[0143] なお、第4実施形態では、第2実施形態と同様に、斯くして算出される新たな学習補正值は図3のマップに保存されている学習補正值のうち現在の目標燃料噴射量と現在の機関回転数とに対応する学習補正值として保存される。そして、機関運転中、空燃比誤差比に基づいて瞬時補正值が算出されるとともに、そのときの目標燃料噴射量および機関回転数に基づいて図3のマップから学習補正值が取得される。そして、斯くして取得された学習補正值と上述したように算出される瞬時補正值とを上式3に適用することによって制御パラメータ補正值が算出される。

[0144] 次に、第4実施形態の第1学習係数および第2学習係数について説明する。第4実施形態では、次式11に示されているように、演算周期に固定時定数を加算して得られる値で演算周期を除算して得られる値が規定の第1学習係数として予め設定され、また、次式12に示されているように、演算周期に固定時定数を加算して得られる値で固定時定数を除算して得られる値が規定の第2学習係数として予め設定される。式11および式12において「 $K L_1$ 」が「規定の第1学習係数」であり、「 $K L_2$ 」が「規定の第2学習係数」であり、「 $T C$ 」が「演算周期」であり、「 $K F$ 」が「固定時定数」である。なお、固定時定数は、第1実施形態の可変時定数とは異なり、学習補正值の値にかかわらず一定の値である。

$$[0145] \quad K L_1 = T C / (T C + K F) \quad \dots (11)$$

$$K L_2 = K F / (T C + K F) \quad \dots (12)$$

[0146] そして、第4実施形態では、このように予め設定された規定の第1学習係数および規定の第2学習係数を用いて学習補正值が更新され、斯くして更新される学習補正值を用いて制御パラメータ補正值が算出され、斯くして算出される制御パラメータ補正值によって補正された目標燃料噴射量と機関回転数とに応じた基準 $E G R$ 率が図2(C)のマップから取得され、この取得された基準 $E G R$ 率が目標 $E G R$ 率に設定され、この設定された目標 $E G R$ 率に従って $E G R$ 制御弁の動作状態（すなわち、 $E G R$ 制御弁開度）が制御さ

れた場合に、混合気の空燃比を推定空燃比に向かって安定した挙動で制御することができる制御パラメータ補正值の範囲（以下この範囲を「許容補正值範囲」という）が実験等によって予め求められる。

[0147] そして、機関運転中、算出される制御パラメータ補正值が上記許容補正值範囲内にあるか否かが判定される。ここで、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内にあると判定されたときには、規定の第1学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる第1学習係数としてそのまま採用される。

[0148] 一方、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内ないと判定されたときには、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲の上限值（以下この上限値を「許容上限値」という）よりも大きいかが判定される。ここで、制御パラメータ補正值が許容上限値よりも大きいと判定されたときには、制御パラメータ補正值を許容上限値に一致させることができる第1学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる第1学習係数として採用される。つまり、制御パラメータ補正值が許容上限値よりも大きいと判定されたときには、制御パラメータ補正值が許容上限値に一致するように規定の第1学習係数が補正され、この補正された第1学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる第1学習係数として採用される。

[0149] 一方、制御パラメータ補正值が許容上限値よりも大きくないと判定されたとき、すなわち、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲の下限值（以下この下限値を「許容下限値」という）よりも小さいときには、制御パラメータ補正值を許容下限値に一致させることができる第1学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる第1学習係数として採用される。つまり、制御パラメータ補正值が許容下限値よりも小さいときには、制御パラメータ補正值が許容下限値に一致するように規定の第1学習係数が補正され、この補正された第1学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる第1学習係数として採用される。

[0150] なお、第4実施形態では、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内にあるか否かにかかわらず、規定の第2学習係数が学習補正值の更新に実際に用

いられる第2学習係数としてそのまま採用される。

[0151] 次に、第4実施形態から得られる利点について説明する。第1実施形態に関連して説明したように、混合気の空燃比を好ましい形態で制御するためには混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することが望ましいが、第1学習係数を一定の値に固定するという手段を採用する限り、これらを同時に達成することはできない。

[0152] しかしながら、第4実施形態では、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内がないとき、すなわち、規定の第1学習係数を用いて学習補正值の更新が行われると混合気の空燃比を推定空燃比に向かって安定した挙動で制御することができないときには、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内の値になるように規定の第1学習係数が補正され、この補正された第1学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる第1学習係数として採用される。より具体的には、制御パラメータ補正值が許容上限値よりも大きく、したがって、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内がないときには、制御パラメータ補正值が許容上限値に一致するように規定の第1学習係数が補正され、この補正された第1学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる第1学習係数として採用される。これによれば、混合気の空燃比を推定空燃比に向かって安定した挙動で制御することができる。つまり、混合気の空燃比の制御の安定が確保される。一方、制御パラメータ補正值が許容下限値よりも小さく、したがって、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内がないときには、制御パラメータ補正值が許容下限値に一致するように規定の第1学習係数が補正され、この補正された第1学習係数が学習補正值の更新に実際に用いられる第1学習係数として採用される。これによれば、混合気の空燃比を推定空燃比に向かって安定した挙動で制御することができる。つまり、混合気の空燃比の制御の安定性が確保される。

[0153] さらに、第4実施形態では、制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内がないときにのみ規定の第1学習係数が補正される。すなわち、混合気の空燃比の制御の安定性が確保されないときにのみ規定の第1学習係数が補正され

る。したがって、全体として、学習補正值の更新に実際に用いられる第1学習係数は学習補正值の学習速度を高く維持することができる第1学習係数に設定される。このため、第4実施形態によれば、全体として、学習補正值の学習速度の向上が図られている。

[0154] つまり、第4実施形態では、新たに算出される学習補正值に対する現在用いられている学習補正值の寄与度、ひいては、制御パラメータ補正值に対する学習補正值の寄与度に応じた第1学習係数が算出されるのである。

[0155] こうした理由から、第4実施形態には、混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することができるという利点がある。

[0156] なお、第4実施形態では、制御パラメータ補正值が許容上限値よりも大きいときに制御パラメータ補正值が許容上限値に一致するように規定の第1学習係数が補正される。しかしながら、混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成するためには、広くは、制御パラメータ補正值が許容上限値よりも大きいときに制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内の値になるように規定の第1学習係数を補正するようにしてもよい。また、第2実施形態では、制御パラメータ補正值が許容下限値よりも小さいときに制御パラメータ補正值が許容下限値に一致するように規定の第1学習係数が補正される。しかしながら、混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成するためには、広くは、制御パラメータ補正值が許容下限値よりも小さいときに制御パラメータ補正值が許容補正值範囲内の値になるように規定の第1学習係数を補正するようにしてもよい。

[0157] また、第4実施形態では、制御パラメータ補正值が許容上限値よりも大きいときに規定の第1学習係数のみが補正される。しかしながら、これに加えて、制御パラメータ補正值が許容上限値よりも大きいときに規定の第2学習係数を補正するようにしてもよい。この場合、具体的には、制御パラメータ補正值が許容上限値よりも大きいときには、制御パラメータ補正值が許容上

限值に一致するように規定の第1学習係数および規定の第2学習係数が補正され、これら補正された第1学習係数および第2学習係数が学習補正値の更新に実際に用いられる第1学習係数および第2学習係数としてそれぞれ採用される。一方、制御パラメータ補正値が許容下限値よりも小さいときには、制御パラメータ補正値が許容下限値に一致するように規定の第1学習係数および規定の第2学習係数が補正され、これら補正された第1学習係数および第2学習係数が学習補正値の更新に実際に用いられる第1学習係数および第2学習係数としてそれぞれ採用される。

[0158] また、第4実施形態では、制御パラメータ補正値が許容補正値範囲内にないときにのみ規定の第1学習係数が補正される。しかしながら、これに加えて、制御パラメータ補正値が許容補正値範囲内にあるときに制御パラメータ補正値が許容補正値内に収まる範囲で第1学習係数を補正するようにしてもよい。この場合、学習補正値の学習速度を向上させる観点では、制御パラメータ補正値が許容補正値範囲内にあるときに制御パラメータ補正値を許容補正値範囲内に収めることができる第1学習係数のうち最も大きい第1学習係数となるように規定の第1学習係数を補正するようにすることが好ましい。

[0159] 次に、第4実施形態の学習補正値の更新を実行するルーチンの一例について説明する。このルーチンの一例は図8および図9に示されている。なお、図8および図9のルーチンは所定の時間間隔で実行されるルーチン、すなわち、所定の演算周期でもって実行されるルーチンである。

[0160] 図8および図9のルーチンが開始されると、始めに、ステップ400において、現在の目標燃料噴射量 TQ と現在の機関回転数 N とが取得される。次いで、ステップ401において、本ステップの実行の直前（すなわち、本ステップの実行時点に最も近い過去の時点）に算出された制御パラメータ補正値 K および瞬時補正値 KT が取得されるとともに、ステップ400で取得された目標燃料噴射量 TQ と機関回転数 N とに基づいて図3のマップから学習補正値 KGp が取得される。次いで、ステップ402において、ステップ401で取得された制御パラメータ補正値 K が許容補正値範囲内にある（ Km

$i n \leq K < K_{max}$) か否かが判別される。ここで、制御パラメータ補正值 K が許容補正值範囲内にあると判別されたときには、ルーチンはステップ 403 に進む。一方、制御パラメータ補正值 K が許容補正值範囲内ないと判別されたときには、ルーチンは図 9 のステップ 406 に進む。

[0161] ステップ 402 において制御パラメータ補正值 K が許容補正值範囲内にあると判別され、ルーチンがステップ 403 に進むと、規定の第 1 学習係数 K_{L1p} が第 1 学習係数 K_{L1} に入力されるとともに、規定の第 2 学習係数 K_{L2p} が第 2 学習係数 K_{L2} に入力され、ルーチンがステップ 404 に進む。

[0162] ステップ 402 において制御パラメータ補正值 K が許容補正值範囲内ないと判別され、ルーチンが図 9 のステップ 406 に進むと、ステップ 401 で取得された制御パラメータ補正值 K が許容補正值範囲の上限値 K_{max} よりも大きい ($K_{max} < K$) か否かが判別される。ここで、 $K_{max} < K$ であると判別されたときには、ルーチンはステップ 407 に進む。一方、 $K_{max} < K$ ではないと判別されたときには、ルーチンはステップ 409 に進む。

[0163] ステップ 406 において $K_{max} < K$ であると判別され、ルーチンがステップ 407 に進むと、ステップ 401 で取得された制御パラメータ補正值 K を上限値 K_{max} に一致させることができるように規定の第 1 学習係数が補正されることによって補正第 1 学習係数 K_{L1a} が算出される。次いで、ステップ 408 において、ステップ 407 で算出された補正第 1 学習係数 K_{L1a} が第 1 学習係数 K_{L1} に入力されるとともに、規定の第 2 学習係数 K_{L2p} が第 2 学習係数 K_{L2} に入力され、ルーチンがステップ 404 に進む。

[0164] ステップ 406 において $K_{max} < K$ ではないと判別され、すなわち、ステップ 401 で取得された制御パラメータ補正值 K が許容補正值範囲の下限値 K_{min} よりも小さく、ルーチンがステップ 409 に進むと、ステップ 401 で取得された制御パラメータ補正值 K を下限値 K_{min} に一致させることができるように規定の第 1 学習係数が補正されることによって補正第 1 学

習係数 KL_{1a} が算出される。次いで、ステップ410において、ステップ409で算出された補正第1学習係数 KL_{1a} が第1学習係数 KL_1 に入力されるとともに、規定の第2学習係数 KL_{2p} が第2学習係数 KL_2 に入力され、ルーチンがステップ404に進む。

[0165] 図8のステップ404では、新たな学習補正值 KG_n が算出される。より具体的には、ルーチンがステップ403からステップ404に進んだ場合には、ステップ403で規定の第1学習係数 KL_{1p} が入力された第1学習係数 KL_1 とステップ403で規定の第2学習係数 KL_{2p} が入力された第2学習係数 KL_2 とステップ401で取得された瞬時補正值 KT および学習補正值 KG_p とを上式7に適用することによって新たな学習補正值 KG_n が算出される。ルーチンがステップ408からステップ404に進んだ場合には、ステップ408で補正第1学習係数 KL_{1a} が入力された第1学習係数 KL_1 とステップ408で規定の第2学習係数 KL_{1p} が入力された第2学習係数 KL_2 とステップ401で取得された瞬時補正值 KT および学習補正值 KG_p とを上式7に適用することによって新たな学習補正值 KG_n が算出される。ルーチンがステップ410からステップ404に進んだ場合には、ステップ410で補正第1学習係数 KL_{1a} が入力された第1学習係数 KL_1 とステップ410で規定の第2学習係数 KL_{1p} が入力された第2学習係数 KL_2 とステップ401で取得された瞬時補正值 KT および学習補正值 KG_p とを上式7に適用することによって新たな学習補正值 KG_n が算出される。次いで、ステップ405において、ステップ404で算出された新たな学習補正值 KG_n がステップ400で取得された目標燃料噴射量 TQ と機関回転数 N とに対応して電子制御装置に保存される。

[0166] ところで、上述した実施形態はEGR制御弁によってEGR率を制御することによって混合気の空燃比を推定空燃比に一致させる制御を実行する制御装置に本発明を適用した実施形態である。しかしながら、本発明はEGR装置を備えていない内燃機関においてスロットル弁によって吸入空気量を制御することによって混合気の空燃比を推定空燃比に一致させる制御を実行する

制御装置にも適用可能である。次に、こうした制御装置に本発明を適用した場合の実施形態の一例として、こうした制御装置に第1実施形態の技術思想を適用した場合の実施形態（以下「第5実施形態」）について説明する。なお、以下の説明において言及されていない第5実施形態の構成は第1実施形態の構成と同じである。

[0167] 第5実施形態の制御装置が適用される内燃機関が図10に示されている。図10に示されている内燃機関はEGR装置を備えていない点を除いて図1に示されている内燃機関と同じである。また、第5実施形態の制御装置が適用される内燃機関がEGR装置を備えていないことから、第1実施形態とは異なり、EGR制御弁の制御は行われない。

[0168] 次に、第5実施形態の燃料噴射弁の制御について説明する。第5実施形態では、アクセルペダルの踏込量に応じて最適な燃料噴射量が実験等によって予め求められる。そして、これら求められた燃料噴射量が図11(A)に示されているようにアクセルペダルの踏込量 Dac の関数のマップの形で基準燃料噴射量 Qb として電子制御装置に記憶されている。そして、機関運転中、その時々アクセルペダルの踏込量 Dac に対応する基準燃料噴射量 Qb が図11(A)のマップから取得され、この取得された基準燃料噴射量 Qb が目標燃料噴射量に設定される。そして、斯くして設定された目標燃料噴射量の燃料が燃料噴射弁から噴射されるように電子制御装置から燃料噴射弁に指令信号が供給される。なお、図11(A)に示されているように、基準燃料噴射量 Qb はアクセルペダルの踏込量 Dac が大きくなるほど多くなる。

[0169] 次に、第5実施形態のスロットル弁の制御について説明する。第5実施形態では、図10に示されている内燃機関の運転状態を定常運転状態（すなわち、燃料噴射量と機関回転数とが一定に維持された状態）に維持するとともに内燃機関を取り巻く環境に関するパラメータであって機関運転状態に影響を及ぼすパラメータ（たとえば、大気圧、大気温度、内燃機関の温度などであって、以下このパラメータを「環境パラメータ」という）の値が特定の値にあるという条件のもと、燃料噴射量と機関回転数とに応じた適切なスロッ

トル弁開度が実験等によって予め求められる。そして、これら求められたスロットル弁開度が図 11 (B) に示されているように燃料噴射量 Q と機関回転数 N との関数のマップの形で基準スロットル弁開度 D_{thb} として電子制御装置に記憶されている。なお、図 11 (B) のマップでは、燃料噴射量 Q が多いほど基準スロットル弁開度 D_{thb} が大きくなり、機関回転数 N が大きいほど基準スロットル弁開度 D_{thb} が大きくなっている。

[0170] そして、次式 13 に示されているように、機関運転中に設定される目標燃料噴射量に制御パラメータ補正値を乗算して得られる燃料噴射量を図 11 (B) のマップからの基準スロットル弁開度 D_{thb} の取得用の燃料噴射量 Q とするとともにそのときの機関回転数を図 11 (B) のマップからの基準スロットル弁開度 D_{thb} の取得用の機関回転数 N として図 11 (B) のマップから基準スロットル弁開度 D_{thb} が取得される。すなわち、機関運転中に設定される目標燃料噴射量を制御パラメータ補正値によって補正することによって得られる燃料噴射量が図 11 のマップからの基準スロットル弁開度 D_{thb} の取得に用いられる。なお、式 13 において「Q」が「図 11 (B) のマップからの基準スロットル弁開度の取得に用いられる燃料供給量」であり、「TQ」が「目標燃料噴射量」であり、「K」が「制御パラメータ補正値」である。

$$[0171] \quad Q = TQ \times K \quad \dots (13)$$

[0172] そして、図 11 (B) のマップから取得された基準スロットル弁開度 D_{thb} が目標スロットル弁開度に設定される。そして、スロットル弁開度が狭くして設定された目標スロットル弁開度 $T D_{th}$ となるようにスロットル弁を駆動するようにスロットル弁アクチュエータを駆動させる制御信号が電子制御装置から供給される。

[0173] なお、第 5 実施形態では、第 1 実施形態と同様に式 3 に従って制御パラメータ補正値が算出される。

[0174] 次に、第 5 実施形態の瞬時補正値について説明する。第 5 実施形態では、第 1 実施形態と同様に式 4 に従って空燃比誤差比が算出される。そして、空

燃比誤差比が「1」ではないとき（つまり、検出空燃比が推定空燃比に一致していないとき）には、空燃比誤差比が「1」になるように基準スロットル弁開度の取得に用いられる燃料噴射量を算出するための目標燃料噴射量の補正に現在用いられている制御パラメータ補正値を補正することによって空燃比誤差比を「1」にすることができる制御パラメータ補正値に対する補正値が瞬時補正値として算出される。別の言い方をすれば、空燃比誤差比が「1」ではないときには、空燃比誤差比が「1」になるように基準スロットル弁開度の取得に用いられる燃料噴射量を算出するための目標燃料供給量の補正に現在用いられている制御パラメータ補正値によって目標燃料噴射量を補正することを前提にして現在の目標燃料噴射量を補正することによって空燃比誤差比を「1」にすることができる目標燃料噴射量に対する補正値が瞬時補正値として算出される。

[0175] 次に、第5実施形態の学習補正値について説明する。第5実施形態では、第1実施形態と同様に式6に従って新たな学習補正値が算出される。なお、新しく算出される新たな学習補正値 KG_n は図12のマップに保存されている学習補正値 KG のうち現在の目標燃料噴射量 TQ と現在の機関回転数 N とに対応する学習補正値 KG として保存される。こうした新たな学習補正値の算出とその保存とが学習補正値の更新に相当する。そして、機関運転中、上述したように空燃比誤差比に基づいて瞬時補正値が算出されるとともに、そのときの目標燃料噴射量 TQ および機関回転数 N に基づいて図12のマップから学習補正値 KG が取得される。そして、新しく取得された学習補正値 KG と上述したように算出される瞬時補正値とを式3に適用することによって制御パラメータ補正値 K が算出される。なお、図12のマップに保存されている学習補正値 KG の初期値は「0」である

[0176] 次に、第5実施形態の学習係数について説明する。第5実施形態では、現時アクチュエータ用いられている学習補正値が大きいほど学習係数が大きい値に設定される。なお、第5実施形態では、学習係数は「0」以上の値であって且つ「1」以下の値である。

- [0177] 次に、第5実施形態から得られる利点について説明する。第1実施形態に関連して説明したように、混合気の空燃比を好ましい形態で制御するためには混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することが望ましいが、学習係数を一定の値に固定するという手段を採用する限り、これらを同時に達成することはできない。
- [0178] しかしながら、第5実施形態では、現在用いられている学習補正值が大きいほど学習係数が大きな値に設定される。つまり、新たに算出される学習補正值に対する現在用いられている学習補正值の寄与度、ひいては、制御パラメータ補正值に対する学習補正值の寄与度に応じた学習係数が設定される。
- [0179] したがって、第1実施形態に関連して説明した理由と同様の理由から、第5実施形態には、混合気の空燃比の制御の安定性の確保と学習補正值の学習速度の向上とを同時に達成することができるという利点がある。
- [0180] なお、当然のことながら、EGR装置を備えていない内燃機関においてスロットル弁によって吸入空気量を制御することによって混合気の空燃比を推定空燃比に一致させる制御を実行する制御装置に第2実施形態、第3実施形態、または、第4実施形態の技術思想を適用することもできる。
- [0181] また、第5実施形態の学習補正值の更新を実行するルーチンとして、たとえば、図4に示されているルーチンを採用することができる。
- [0182] また、第1実施形態～第4実施形態はEGR制御弁によるEGR率の制御を介して吸入空気量を制御することによって混合気の空燃比を推定空燃比に一致させる制御を実行する制御装置に本発明を適用した実施形態である。しかしながら、本発明はEGR制御弁によるEGR率の制御を介した吸入空気量の制御に加えて、スロットル弁による吸入空気量の制御を実行する制御装置にも適用可能である。
- [0183] また、第1実施形態～第4実施形態の制御パラメータ補正值は基準EGR率取得用の燃料噴射量を得るために目標燃料噴射量を補正する補正值である。しかしながら、この制御パラメータ補正值が目標燃料噴射量を基準EGR率取得用の燃料噴射量としてそのまま用いて取得された基準EGR率を補正

する補正值であってもよい。なお、この場合、制御パラメータ補正值によって補正された基準EGR率が目標EGR率に設定されることになる。

[0184] また、第5実施形態の制御パラメータ補正值は基準スロットル弁開度取得用の燃料噴射量を得るために目標燃料噴射量を補正する補正值である。しかしながら、この制御パラメータ補正值が目標燃料噴射量を基準スロットル弁開度取得用の燃料噴射量としてそのまま用いて取得された基準スロットル弁開度を補正する補正值であってもよい。なお、この場合、制御パラメータによって補正された基準スロットル弁開度が目標スロットル弁開度に設定されることになる。

[0185] また、上述した実施形態において、瞬時補正值を算出する手法として、いわゆるPI制御（すなわち、比例積分制御）の考え方を利用した手法を採用することができる。この場合、瞬時補正值はいわゆるPI項である。

[0186] また、上述した実施形態は圧縮自着火式の内燃機関に本発明を適用した場合の実施形態であるが、本発明は火花点火式の内燃機関（いわゆるガソリンエンジン）にも適用可能である。

請求の範囲

[請求項1]

制御対象の制御量の目標値である目標制御量を算出し、該算出された目標制御量に制御量を一致させるために目標とすべき制御対象の動作状態である目標動作状態を設定するために用いられるパラメータの値である制御パラメータ値を補正するための制御パラメータ補正値を算出し、該算出された制御パラメータ補正値によって補正された制御パラメータ値を用いて設定される目標動作状態に従って制御対象の動作状態を制御する内燃機関の制御装置であって、

制御量が目標制御量に一致するように制御対象の目標動作状態の設定に現在用いられている制御パラメータ値を補正するための瞬時補正値を目標制御量に対する制御量の偏差に基づいて算出する制御と、瞬時補正値を補正するための係数である学習係数によって瞬時補正値を補正することによって得られる値である学習加算値を積算することによって学習補正値を算出する制御と、を実行し、新たに算出される瞬時補正値と既に算出されている学習補正値とに基づいて制御パラメータ補正値を算出する内燃機関の制御装置において、

目標制御量に対する制御量の追従の形態として許容される追従の形態が許容追従形態として予め定められており、目標制御量に対する制御量の追従の形態が前記許容追従形態となる制御パラメータ補正値の範囲が許容制御パラメータ補正値範囲として予め定められており、制御パラメータ補正値が前記許容制御パラメータ補正値範囲内に収まるように前記学習係数を設定する内燃機関の制御装置。

[請求項2]

制御対象の制御量の目標値である目標制御量を算出し、該算出された目標制御量に制御量を一致させるために目標とすべき制御対象の動作状態である目標動作状態を設定するために用いられるパラメータの値である制御パラメータ値を補正するための制御パラメータ補正値を算出し、該算出された制御パラメータ補正値によって補正された制御パラメータ値を用いて設定される目標動作状態に従って制御対象の動

作状態を制御する内燃機関の制御装置であって、

制御量が目標制御量に一致するように制御対象の目標動作状態の設定に現在用いられている制御パラメータ値を補正するための瞬時補正值を目標制御量に対する制御量の偏差に基づいて算出する制御と、瞬時補正值を補正するための係数である学習係数によって瞬時補正值を補正することによって得られる値である学習加算値を積算することによって学習補正值を算出する制御と、を実行し、新たに算出される瞬時補正值と既に算出されている学習補正值とに基づいて制御パラメータ補正值を算出する内燃機関の制御装置において、

既に算出されている学習補正值が大きいほど大きい学習係数を設定する内燃機関の制御装置。

[請求項3]

燃焼室に形成される混合気の空燃比を制御する空燃比制御手段を具備し、前記制御対象が前記空燃比制御手段であり、前記制御量が燃焼室に形成される混合気の空燃比であり、同空燃比の推定値である推定空燃比が目標制御量であり、前記制御パラメータ値が前記空燃比制御手段の目標動作状態の設定に用いられるパラメータの値であり、前記制御パラメータ補正值が混合気の空燃比が推定空燃比に一致するように制御パラメータ値を補正するための補正值であり、前記瞬時補正值が混合気の空燃比が推定空燃比に一致するように前記空燃比制御手段の目標動作状態の設定に現在用いられている制御パラメータ値を補正するための補正值であり、

推定空燃比を算出し、混合気の空燃比が推定空燃比に一致するように制御パラメータ値を補正するための制御パラメータ補正值を算出し、該算出された制御パラメータ補正值によって補正された制御パラメータ値を用いて前記空燃比制御手段の目標動作状態を設定する請求項1または2に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項4]

燃焼室から排気通路に排出された排気ガスを吸気通路に導入する排気再循環装置を具備し、該排気再循環装置が吸気通路に導入される排

気ガスの量を制御する排気ガス再循環量制御手段を有し、前記制御パラメータ値が前記排気ガス再循環量制御手段の目標動作状態の設定に用いられるパラメータの値であり、前記瞬時補正值が混合気の空燃比が推定空燃比に一致するように前記排気ガス再循環量制御手段の目標動作状態の設定に現在用いられている制御パラメータ値を補正するための補正值であり、

推定空燃比を算出し、混合気の空燃比が推定空燃比に一致するように制御パラメータ値を補正するための制御パラメータ補正值を算出し、該算出された制御パラメータ補正值によって補正された制御パラメータ値を用いて前記排気ガス再循環量制御手段の目標動作状態を設定する請求項3に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項5]

前記排気再循環装置によって吸気通路に導入される排気ガスの量である排気ガス再循環量の目標値である目標排気ガス再循環量を設定し、排気ガス再循環量が目標排気ガス再循環量に一致するように前記排気ガス再循環量制御手段の目標動作状態を設定する請求項4に記載の内燃機関の制御装置において、

内燃機関の運転に関する所定のパラメータの値である機関運転パラメータ値に応じて目標とすべき排気ガス再循環量が基準排気ガス再循環量として予め求められており、前記制御パラメータ値が機関運転パラメータ値であり、機関運転パラメータ値を前記制御パラメータ補正值によって補正し、該補正された機関運転パラメータ値に基づいて基準排気ガス再循環量を算出し、該算出された基準排気ガス再循環量を目標排気ガス再循環量に設定する内燃機関の制御装置。

[請求項6]

燃焼室に燃料を供給する燃料供給手段をさらに具備し、該燃料供給手段によって燃焼室に供給される燃料の量である燃料供給量の目標値である目標燃料供給量を設定し、該目標燃料供給量の燃料が燃焼室に供給されるように前記燃料供給手段の動作状態を制御する請求項5に記載の内燃機関の制御装置において、

前記機関運転パラメータ値が目標燃料供給量に相当する燃料供給量である目標燃料供給量相当量であり、該目標燃料供給量相当量を前記制御パラメータ補正值によって補正し、該補正された目標燃料供給量相当量に基づいて基準排気ガス再循環量を算出し、該算出された基準排気ガス再循環量を目標排気ガス再循環量に設定する内燃機関の制御装置。

[請求項7]

前記排気再循環装置によって吸気通路に導入される排気ガスの量である排気ガス再循環量の目標値である目標排気ガス再循環量を設定し、排気ガス再循環量が目標排気ガス再循環量に一致するように前記排気ガス再循環量制御手段の動作状態を制御する請求項4に記載の内燃機関の制御装置において、

内燃機関の運転に関する所定のパラメータの値である機関運転パラメータ値に応じて目標とすべき排気ガス再循環量が基準排気ガス再循環量として予め求められており、前記制御パラメータ値が基準排気ガス再循環量であり、機関運転パラメータ値に基づいて基準排気ガス再循環量を算出し、該算出された基準排気ガス再循環量を前記制御パラメータ補正值によって補正し、該補正された基準排気ガス再循環量を目標排気ガス再循環量に設定する内燃機関の制御装置。

[請求項8]

燃焼室に燃料を供給する燃料供給手段をさらに具備し、該燃料供給手段によって燃焼室に供給される燃料の量である燃料供給量の目標値である目標燃料供給量を設定し、該目標燃料供給量の燃料が燃焼室に供給されるように前記燃料供給手段の動作状態を制御する請求項7に記載の内燃機関の制御装置において、

前記機関運転パラメータ値が目標燃料供給量に相当する燃料供給量である目標燃料供給量相当量であり、該目標燃料供給量相当量に基づいて基準排気ガス再循環量を算出し、該算出された基準排気ガス再循環量を前記制御パラメータ補正值によって補正し、該補正された基準排気ガス再循環量を目標排気ガス再循環量に設定する内燃機関の制御

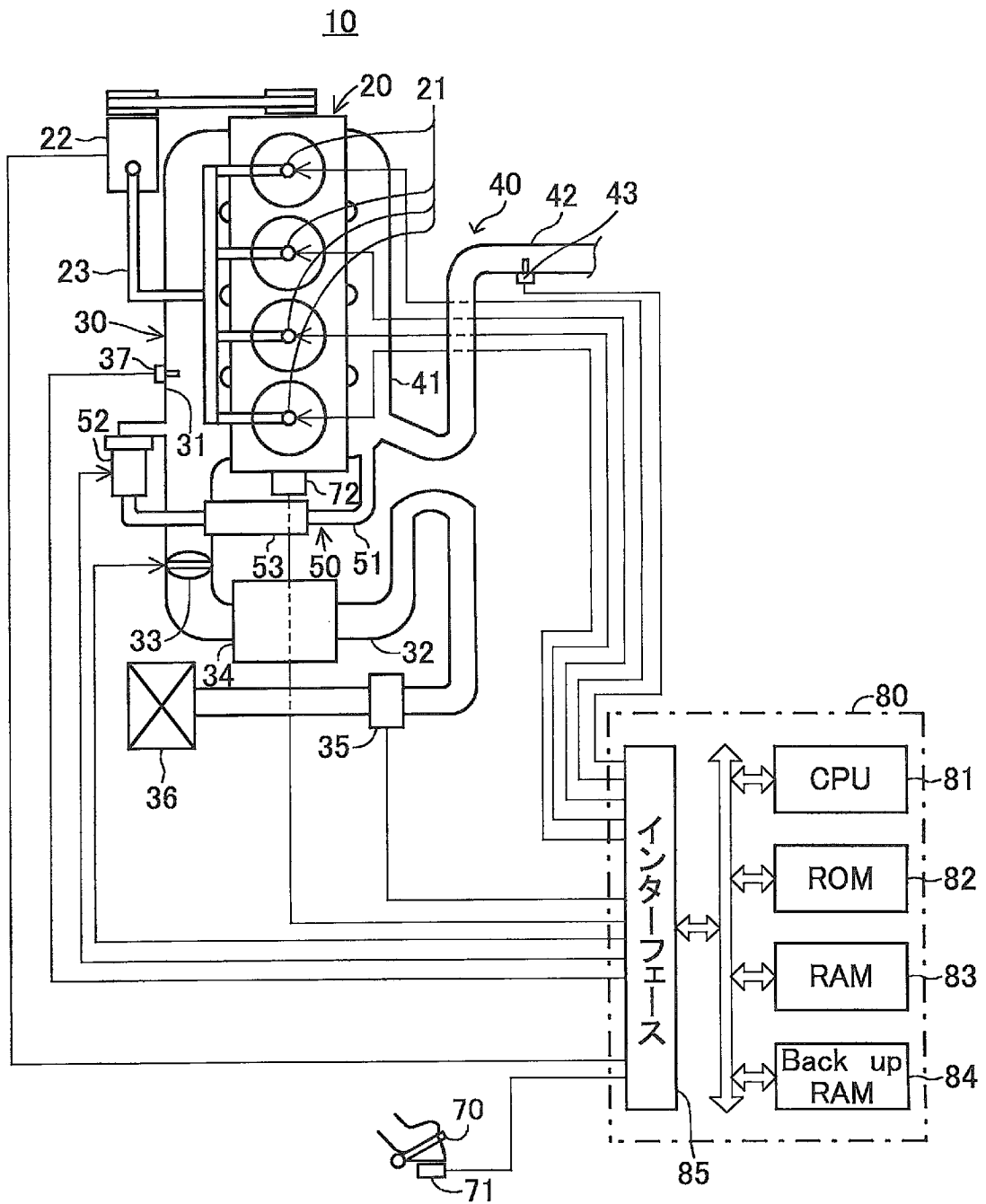
装置。

[請求項9]

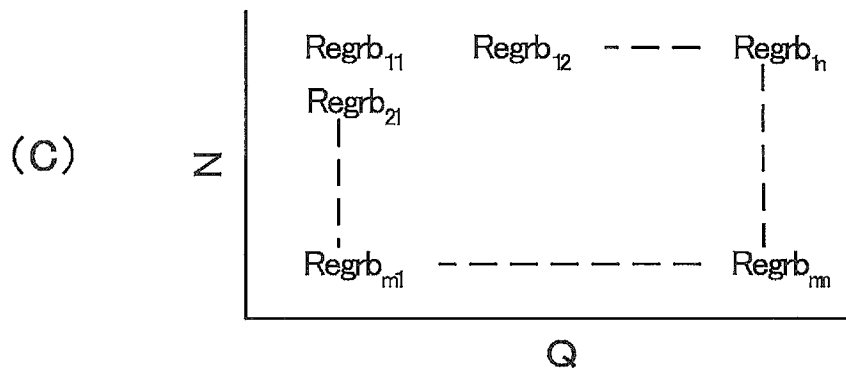
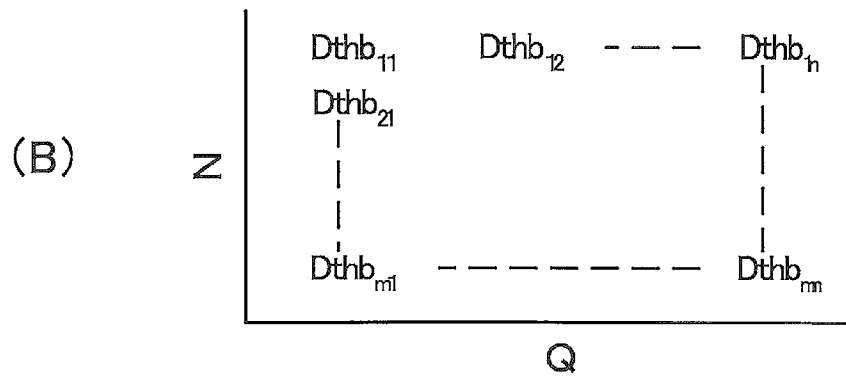
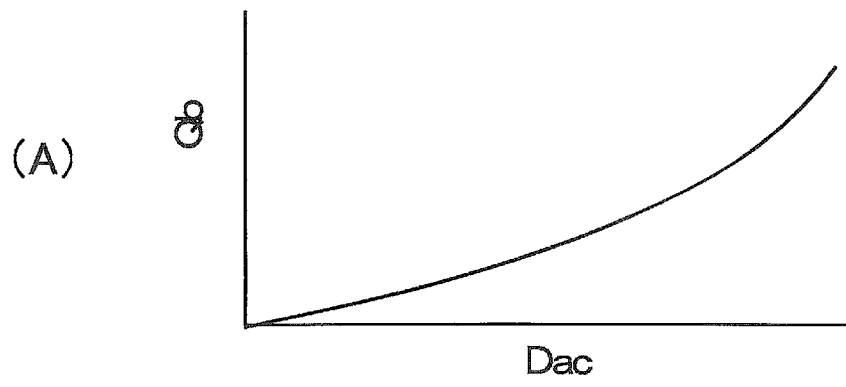
燃焼室に供給される空気の量である供給空気量を検出する供給空気量検出手段をさらに具備する請求項6または8に記載の内燃機関の制御装置において、

目標燃料供給量に相当する燃料供給量である目標燃料供給量相当量を前記制御パラメータ補正值によって補正し、該補正された目標燃料供給量相当量と前記供給空気量検出手段によって検出される供給空気量とに基づいて推定空燃比を算出する内燃機関の制御装置。

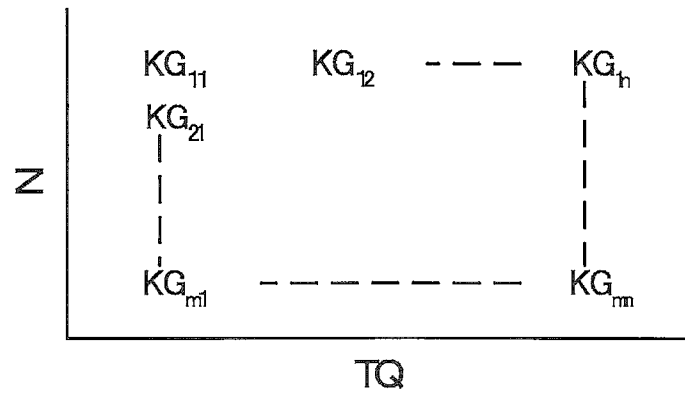
[図1]



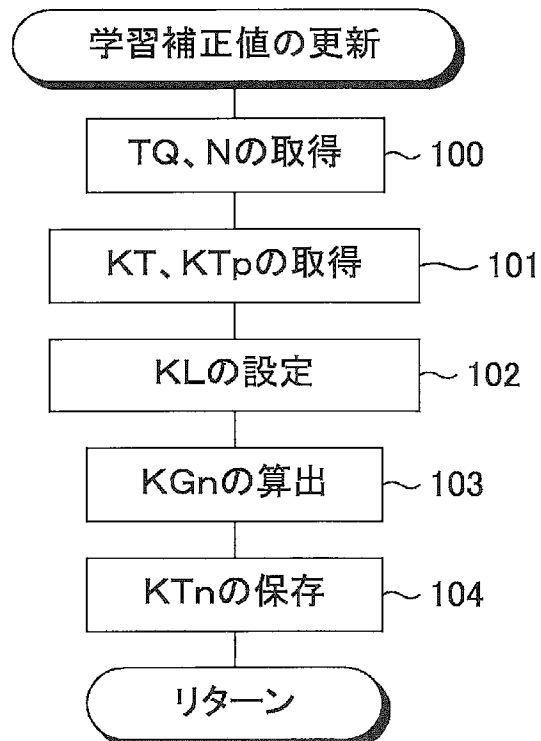
[図2]



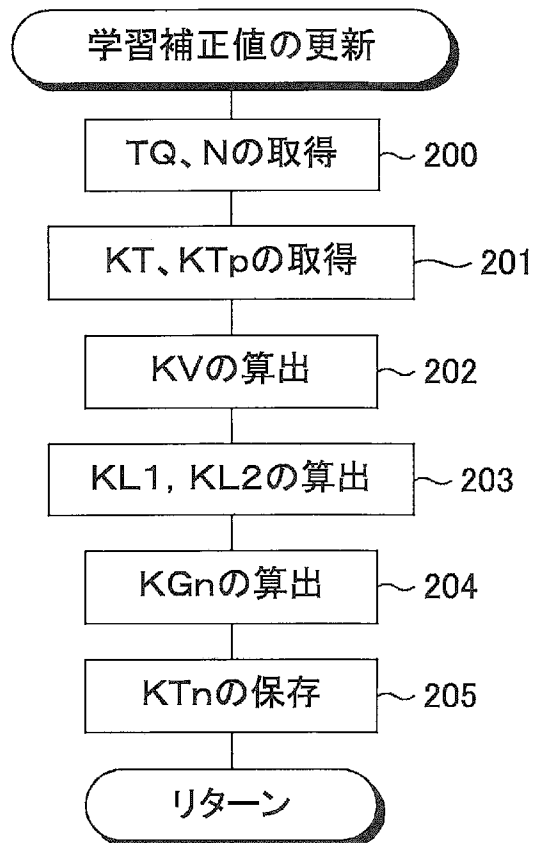
[図3]



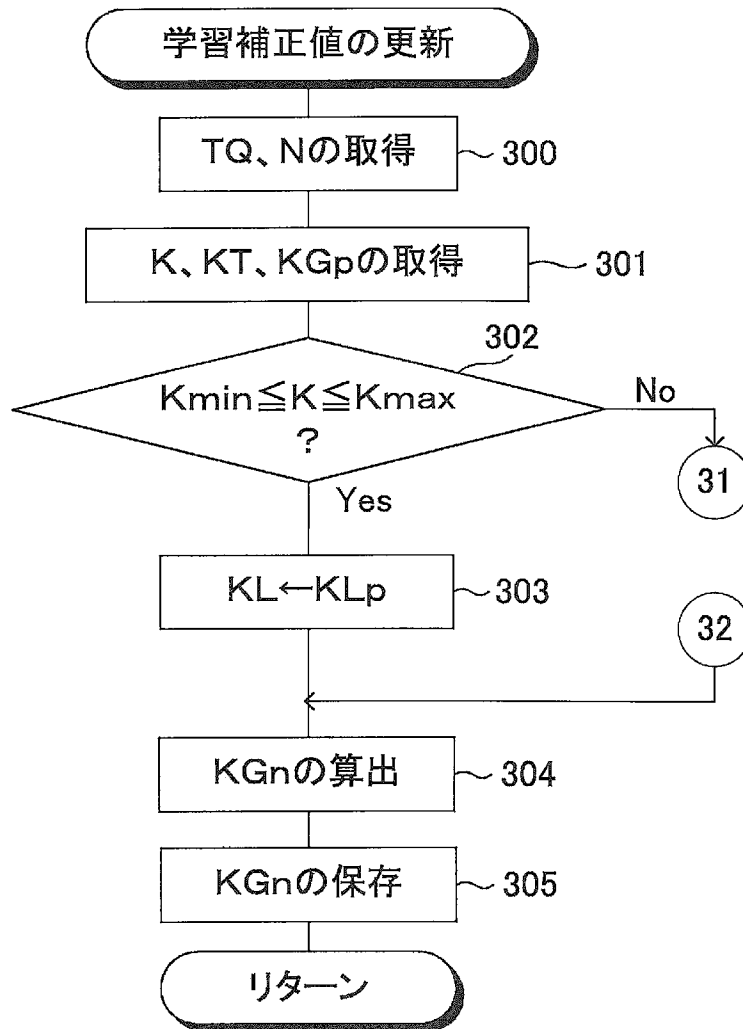
[図4]



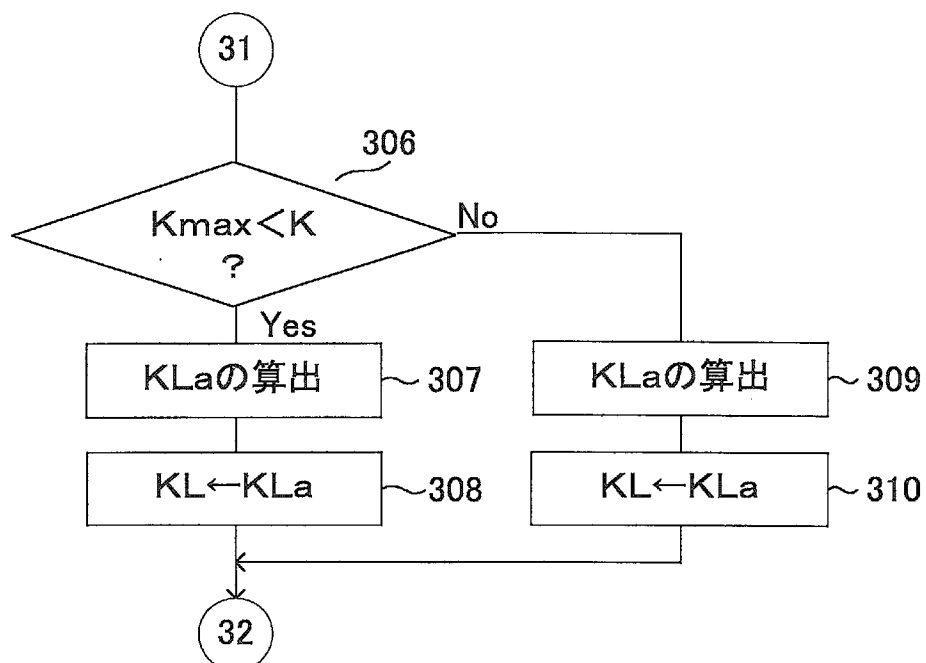
[図5]



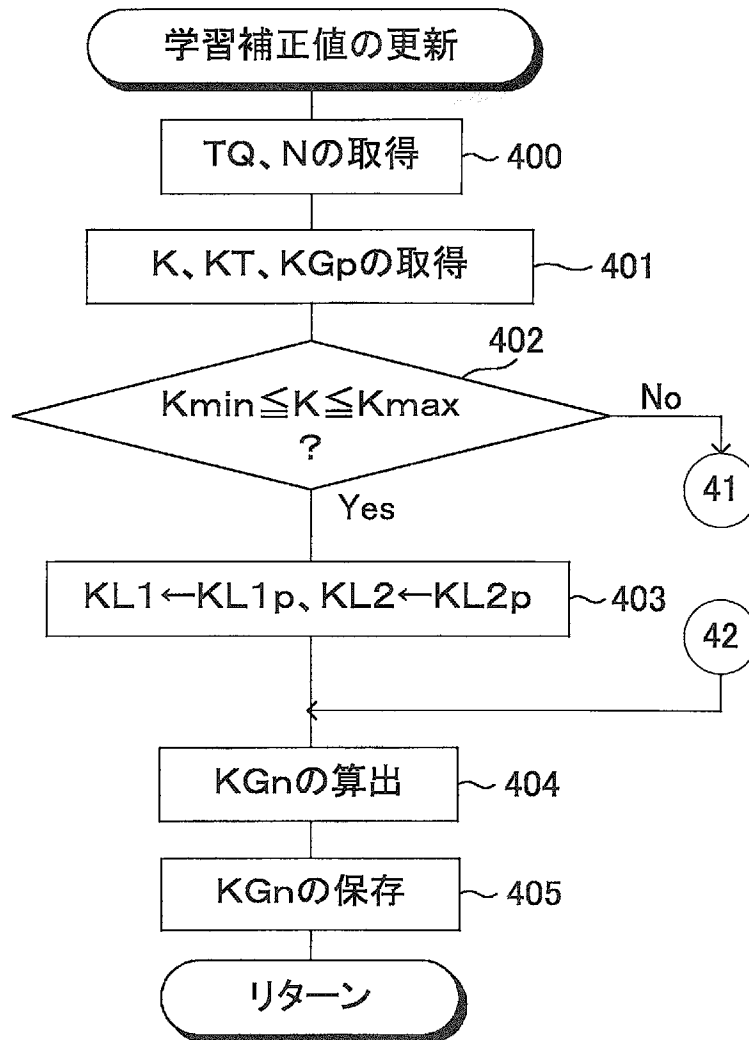
[図6]



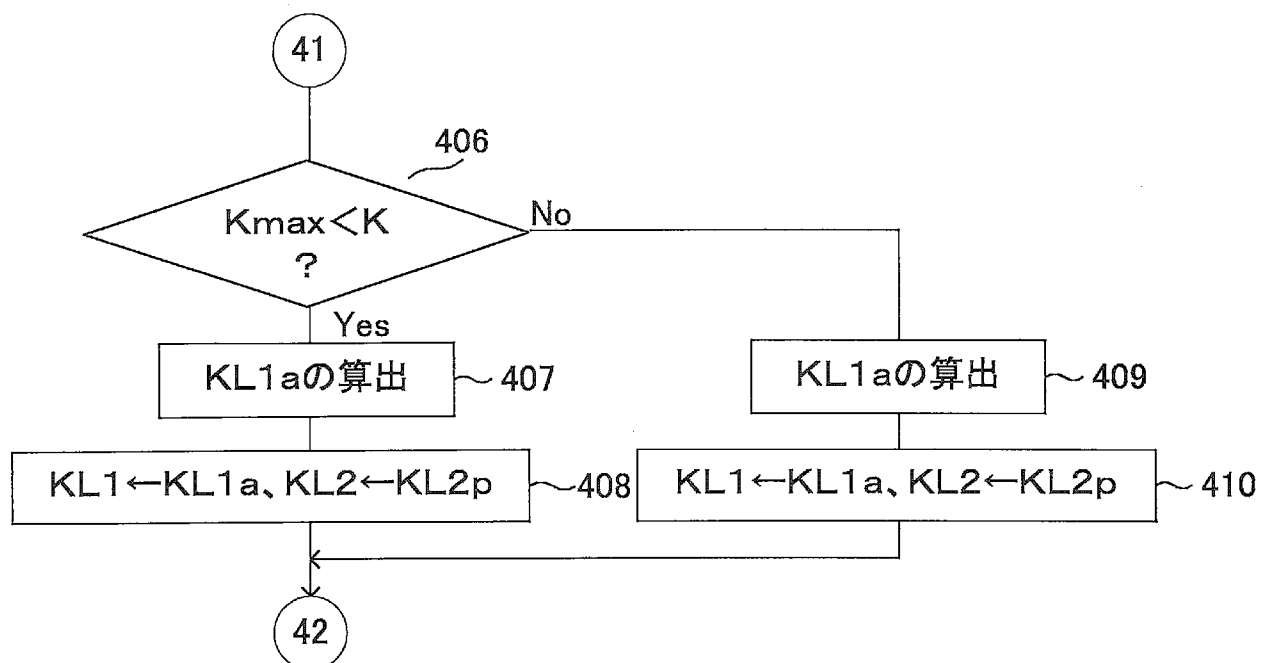
[図7]



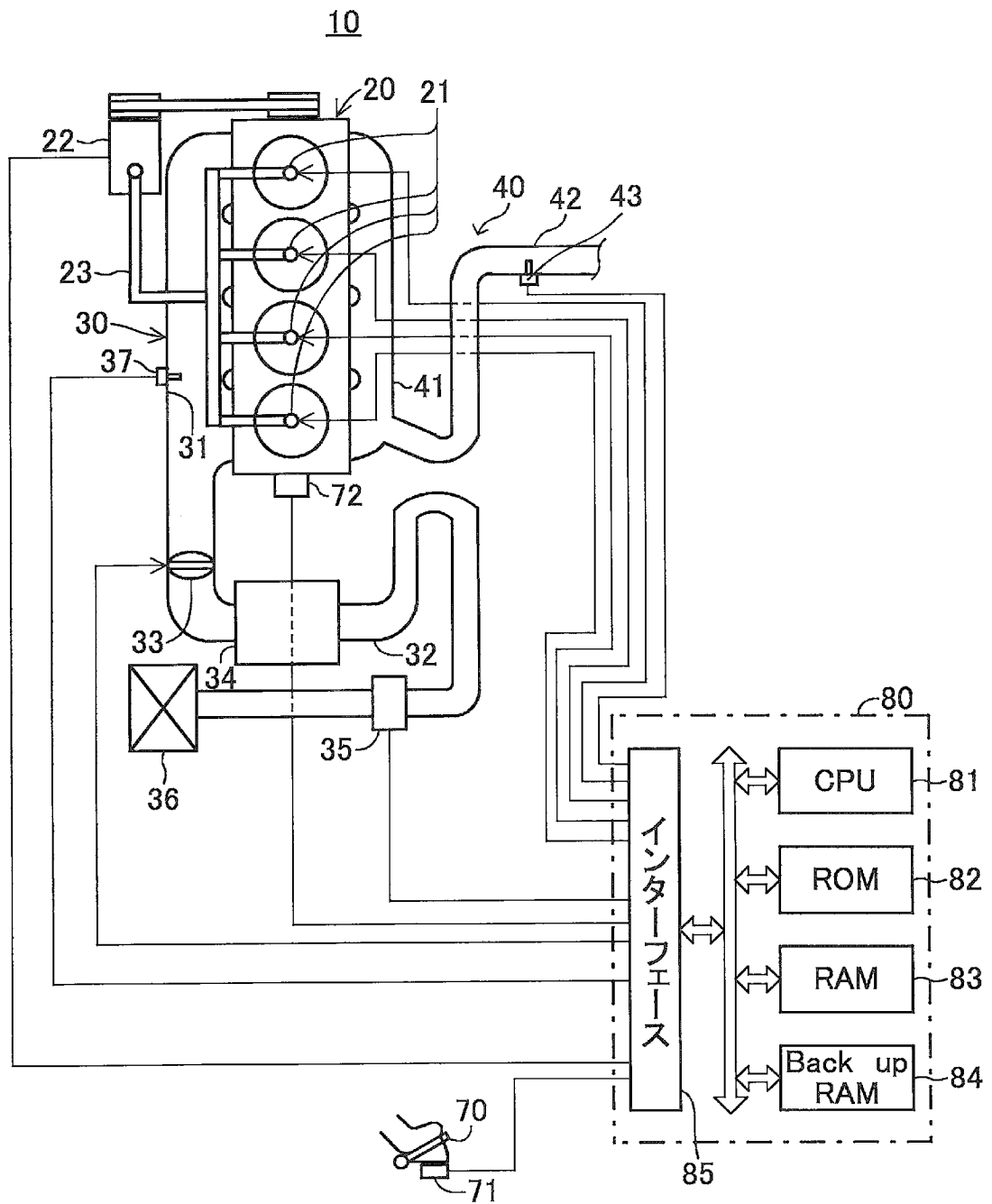
[図8]



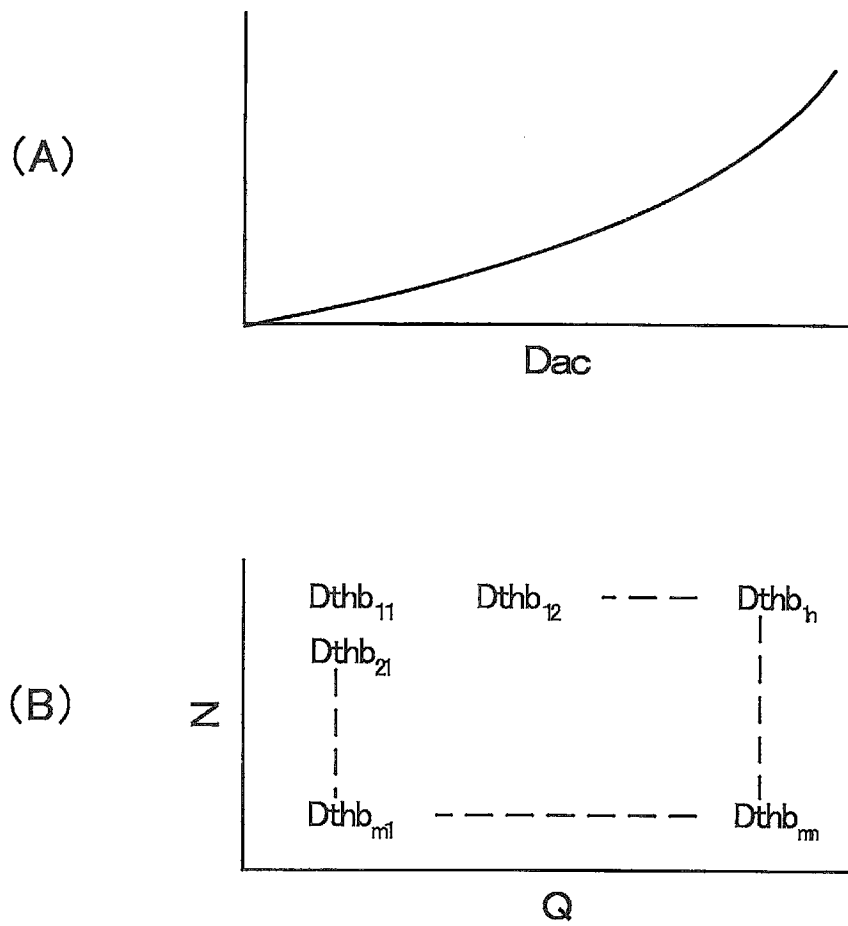
[図9]



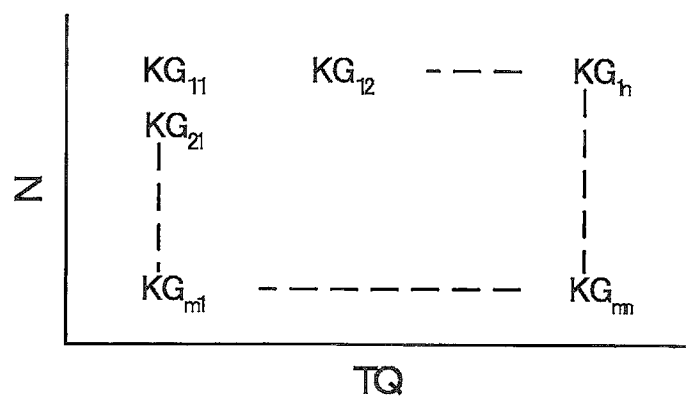
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/064072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D21/08 (2006.01) i, F02D41/14 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D21/08, F02D41/14

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 62-70641 A (Japan Electronic Control Systems Co., Ltd.), 01 April 1987 (01.04.1987), page 7, upper left column, line 18 to lower right column, line 18 & US 4715344 A	1, 3-9 2
Y A	JP 2008-121447 A (Nissan Diesel Motor Co., Ltd.), 29 May 2008 (29.05.2008), claim 1 (Family: none)	1, 3-9 2
Y	JP 2007-255219 A (Toyota Motor Corp.), 04 October 2007 (04.10.2007), paragraphs [0017], [0018] (Family: none)	4-9

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 July, 2011 (08.07.11)Date of mailing of the international search report
19 July, 2011 (19.07.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/064072

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-295702 A (Mitsubishi Motors Corp.), 26 October 2001 (26.10.2001), paragraphs [0030] to [0032] (Family: none)	7-9
A	JP 2005-315198 A (Denso Corp.), 10 November 2005 (10.11.2005), paragraphs [0066], [0067] & US 2005/0241301 A1 & DE 102005019816 A & FR 2869637 A	1-9
A	JP 2000-73832 A (Unisia Jecs Corp.), 07 March 2000 (07.03.2000), paragraph [0028] (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02D21/08(2006.01)i, F02D41/14(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02D21/08, F02D41/14

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 62-70641 A (日本電子機器株式会社) 1987.04.01, 第7ページ左上欄第18行-右下欄第18行 & US 4715344 A	1, 3-9 2
Y A	JP 2008-121447 A (日産ディーゼル工業株式会社) 2008.05.29, [請求項1] (ファミリーなし)	1, 3-9 2
Y	JP 2007-255219 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.10.04, 段落 [0017][0018] (ファミリーなし)	4-9

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.07.2011

国際調査報告の発送日

19.07.2011

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

堀川 泰宏

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

3Z

4018

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2001-295702 A (三菱自動車工業株式会社) 2001. 10. 26, 段落 [0030]-[0032] (ファミリーなし)	7-9
A	JP 2005-315198 A (株式会社デンソー) 2005. 11. 10, 段落 [0066][0067] & US 2005/0241301 A1 & DE 102005019816 A & FR 2869637 A	1-9
A	JP 2000-73832 A (株式会社ユニシアジェックス) 2000. 03. 07, 段落 [0028] (ファミリーなし)	1-9