

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4697182号
(P4697182)

(45) 発行日 平成23年6月8日(2011.6.8)

(24) 登録日 平成23年3月11日(2011.3.11)

(51) Int.Cl.

F I

FO1N 3/36 (2006.01)

FO1N 3/36 B

FO2D 41/04 (2006.01)

FO2D 41/04 380A

FO2D 45/00 (2006.01)

FO2D 45/00 340C

FO1N 3/08 (2006.01)

FO2D 45/00 340F

FO1N 3/02 (2006.01)

FO2D 45/00 340H

請求項の数 7 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-129607 (P2007-129607)
 (22) 出願日 平成19年5月15日(2007.5.15)
 (65) 公開番号 特開2008-286027 (P2008-286027A)
 (43) 公開日 平成20年11月27日(2008.11.27)
 審査請求日 平成20年6月5日(2008.6.5)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (72) 発明者 山本 豪進
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内

審査官 前崎 渉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

排気中への未燃燃料の添加を通じて排気通路に設けられた排気浄化触媒の床温を目標床温に調節する床温制御を実行するとともに、該床温制御の実行時にその都度の触媒床温と目標床温とのずれを補正し得る燃料添加量についての学習値を学習する内燃機関の排気浄化制御装置において、

前記排気浄化触媒に至る排気流れが定常状態であることを判断する判断手段と、

同判断手段によって前記排気流れが定常状態であると判断されたときに学習した前記学習値を定常学習値として記憶し、前記排気流れが定常状態であると判断されないときに学習した前記学習値を過渡学習値として記憶する記憶手段と、

前記床温制御の実行時に、前記記憶手段により記憶された二つの学習値のうちの前記過渡学習値を前記燃料添加量に反映させる反映手段と、

前記二つの学習値のうちの前記定常学習値のみに基づく制御を実行する制御実行手段とを備えることを特徴とする内燃機関の排気浄化制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の内燃機関の排気浄化制御装置において、

前記定常学習値のみに基づく制御は、排気中への未燃燃料の添加を通じて排気中の酸素濃度を調節する濃度調節制御である

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化制御装置。

【請求項3】

前記判断手段は、前記排気浄化触媒に至る排気の排気温および排気流量に基づき求まる排気エネルギーの平均値である平均排気エネルギーと同排気エネルギーの瞬時値である瞬時排気エネルギーとの偏差の累積値が所定の判定値未満になることに基づいて、前記排気流れが定常状態であることを判断する

請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の排気浄化制御装置。

【請求項 4】

前記平均排気エネルギーは前記学習を実施するための条件が満たされている時点からその都度求められる排気温と排気流量との各平均値の積として算出され、前記瞬時排気エネルギーは、同じく前記学習を実施するための条件が満たされている時点からその都度求められる排気温と排気流量との積として算出される

10

請求項 3 に記載の内燃機関の排気浄化制御装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化制御装置において、

前記内燃機関がディーゼル機関であり、前記排気浄化触媒が排気中の P M（粒子状物質）を捕集する D P F（ディーゼル・パティキュレイト・フィルタ）を含むとき、前記学習を実施するための条件が、

- a. 前記 D P F に堆積した P M を燃焼除去する P M 再生にかかる前記燃料の間欠添加時ではないこと、および
- b. 前記目標床温が低温判定値以下である時間の累積時間が前記判断手段による判断期間内に所定時間以上とならないこと、および
- c. 前記排気流量が低量判定値以下である時間の累積時間が前記判断手段による判断期間内に所定時間以上とならないこと、および
- d. 前記学習値の更新時ではないこと

20

の論理積条件からなる

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化制御装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の内燃機関の排気浄化制御装置において、

前記排気中に未燃燃料を添加するための手段として、前記排気通路に設けられた燃料添加弁を有する第 1 燃料添加手段とそれ以外の機構からなる第 2 燃料添加手段とを備え、

前記学習を実施するための条件として、

30

- e. 前記第 2 燃料添加手段を通じた未燃燃料の添加がなされていないこと、および
 - f. 前記第 1 燃料添加手段を通じた未燃燃料の添加が禁止されていないこと
- を前記論理積条件として更に含む

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化制御装置。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載の内燃機関の排気浄化制御装置において、

前記学習は、前記排気通路に設けられた排気温センサを通じて検出される排気温に基づいて実行されるものであり、前記学習を実施するための条件として、

- g. 前記排気温センサの異常時ではないこと、

を前記論理積条件として更に含む

40

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気系に設けられた排気浄化触媒の床温制御を排気中への未燃燃料の追加に基づいて行う内燃機関の排気浄化制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、車載用ディーゼル機関等の内燃機関では、排気温が低下すると排気通路に設けられた排気浄化触媒の床温が低下してその浄化機能が低下する。そのため、そうした内燃

50

機関では、排気温が低下したときに、排気通路に設けられた燃料添加弁の開弁駆動を通じて排気中に未燃燃料を添加することにより、排気温を強制的に上昇させて触媒床温を制御する床温制御を実行するようにしている。従来、そうした床温制御を実行する排気浄化制御装置としては、特許文献 1 に記載の装置などが知られている。

【0003】

特許文献 1 に記載の排気浄化制御装置では、床温制御の実行時における触媒床温と目標床温とのずれを補正することの可能な未燃燃料の添加量についての学習値を機関の各種領域毎に記憶し、同学習値を燃料添加量に反映させるようにしている。これにより、内燃機関の運転状態によることなく、未燃燃料の添加による排気温の昇温効果を安定して得ることができるようになり、触媒床温を目標床温に保持する上でその緻密性や信頼性が高められるようになる。

10

【特許文献 1】特開 2003-172185 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、上述した排気浄化制御装置では一般に、床温制御の実行中であることや上記目標床温が所定温度以上であること等々の条件が成立したときに、排気浄化触媒に供給された燃料量である実供給燃料量と実際に触媒床温の上昇に寄与した燃料量である推定供給燃料量との差から上記学習値が求められる。

【0005】

20

そうした排気浄化制御装置では、触媒床温が変化しているときにも上記学習が実行されるため、学習値として、燃料添加弁の経時変化による誤差を補償する補正分（経時変化補正分）と触媒床温の変化時における排気浄化触媒の熱容量に起因する触媒床温および目標床温の誤差を補償する補正分（温度補償補正分）とを含む値が求められる。

【0006】

通常、排気浄化制御装置では、そのように学習された学習値が、例えば未燃燃料の添加を通じて排気中の酸素濃度を所定濃度より低くすることによって排気通路に設けられた NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵能力を回復させる制御（ NO_x 還元制御）など、床温制御以外の制御にも用いられる。

【0007】

30

排気中への燃料添加量を精度良く調量するためには、燃料添加弁の制御量に上記経時変化補正分を反映させることが望ましい。これは、燃料添加弁による燃料添加が行われる制御全般、言い換えれば、床温制御および NO_x 還元制御それぞれについて云える傾向である。また、床温制御において触媒床温を所望の態様で推移するように精度良く制御するためには、燃料添加弁の制御量に温度補償補正分を反映させることが望ましい。

【0008】

一方、 NO_x 還元制御では、排気中の酸素濃度を精度良く調節することができればよく、触媒床温を考慮する必要がないために、燃料添加弁の制御量に温度補償補正分を反映させなくてもよい。しかしながら、上述した排気浄化制御装置では、 NO_x 還元制御における燃料添加弁の制御量に経時変化補正分と温度補償補正分とが共に反映されるために、その分だけ排気中の酸素濃度の調節精度の低下を招いてしまう。このように上記排気浄化制御装置では、学習値として、必ずしも適切な値が学習されているとは云えない。

40

【0009】

なお、このような課題は、 NO_x 還元制御における燃料添加弁の制御量に上記学習値を反映させる排気浄化制御装置に限らず、例えば燃料添加弁の詰まり判定に学習値を用いる排気浄化制御装置など、排気中に燃料を添加した際の触媒床温の変化遅れを考慮する必要のない制御に上記学習値が用いられる排気浄化制御装置であれば共通している。

【0010】

また、燃料添加弁を通じた排気中への未燃燃料の添加を主として行う排気浄化制御装置に限らず、例えば機関出力を発生させるための燃料噴射の実行後における少量の燃料噴射

50

(いわゆるポスト噴射)による燃焼室内への燃料の噴射を主として行う排気浄化制御装置等、排気中への未燃燃料の添加に基づき排気浄化触媒の床温を制御する排気浄化制御装置であれば上記課題は共通している。

【0011】

本発明はこうした実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、燃料添加機構の経時変化に起因する誤差分と排気浄化触媒の熱容量に起因する床温の誤差分とを各別に学習して用いることのできる内燃機関の排気浄化制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について説明する。

10

請求項1に記載の発明は、排気中への未燃燃料の添加を通じて排気通路に設けられた排気浄化触媒の床温を目標床温に調節する床温制御を実行するとともに、該床温制御の実行時にその都度の触媒床温と目標床温とのずれを補正し得る燃料添加量についての学習値を学習する内燃機関の排気浄化制御装置において、前記排気浄化触媒に至る排気流れが定常状態であることを判断する判断手段と、同判断手段によって前記排気流れが定常状態であると判断されたときに学習した前記学習値を定常学習値として記憶し、前記排気流れが定常状態であると判断されないときに学習した前記学習値を過渡学習値として記憶する記憶手段と、前記床温制御の実行時に、前記記憶手段により記憶された二つの学習値のうちの前記過渡学習値を前記燃料添加量に反映させる反映手段と、前記二つの学習値のうちの前記定常学習値のみに基づく制御を実行する制御実行手段とを備えることをその要旨とする。

20

【0013】

上記構成では、排気浄化触媒に至る排気流れが定常状態ではないとき、すなわち過渡状態であるときには、触媒床温と目標床温とのずれに排気浄化触媒の熱容量に起因する誤差分が含まれる。そのため、このときの学習値（過渡学習値）としては、そうした誤差分を補正することの可能な値が学習される。

【0014】

一方、排気浄化触媒に至る排気流れが定常状態であるときには、そうした触媒床温と目標床温とのずれに含まれる誤差分であって排気浄化触媒の熱容量に起因する誤差分がごく少ない。そのため、このときには触媒床温が排気中に添加される未燃燃料の量に見合う温度になっており、同触媒床温と目標床温とのずれが燃料添加量の誤差、すなわち未燃燃料を添加するための機構（燃料添加機構）の添加量誤差に応じた値になっていると云える。したがって、このときの学習値（定常学習値）としては、燃料添加機構の添加量誤差を補正することの可能な値が学習される。

30

【0015】

そして、床温制御の実行時には、過渡学習値が燃料添加量に反映されて排気浄化触媒の熱容量に起因する誤差が補償され、触媒床温が所望の態様で推移するように好適に制御されるようになる。しかも、二つの学習値のうちの定常学習値のみに基づく制御は、上記排気浄化触媒の熱容量による影響が極力排除された状態で学習された定常学習値を用いて好適に実行されるようになる。このように上記構成によれば、燃料添加機構の経時変化に起因する誤差分と排気浄化触媒の熱容量に起因する床温の誤差分とを各別に学習して用いることができるようになる。

40

【0016】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化制御装置において、前記定常学習値のみに基づく制御は、排気中への未燃燃料の添加を通じて排気中の酸素濃度を調節する濃度調節制御であることをその要旨とする。

【0017】

例えば内燃機関の排気通路にNO_x吸蔵還元触媒が設けられた装置にあって同触媒のNO_x吸蔵能力を回復させるために排気中の酸素濃度を所定濃度より低くするためのNO_x還元制御など、排気中への未燃燃料の添加を通じて排気中の酸素濃度を調節する濃度調節

50

制御を実行する装置が知られている。この濃度調節制御では、燃料添加量の調量を通じて排気中の酸素濃度を精度良く調節することができればよく、排気浄化触媒の熱容量を考慮する必要はない。

【0018】

上記構成によれば、そうした濃度調節制御を定常学習値のみに基づき実行することにより、燃料添加機構の添加量誤差を好適に補償して燃料添加量を精度良く調量することができるようになる。

【0019】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の内燃機関の排気浄化制御装置において、前記判断手段は、前記排気浄化触媒に至る排気の排気温および排気流量に基づき求まる排気エネルギーの平均値である平均排気エネルギーと同排気エネルギーの瞬時値である瞬時排気エネルギーとの偏差の累積値が所定の判定値未満になることに基づいて、前記排気流れが定常状態であることを判断することをその要旨とする。

10

【0020】

上記構成のように、前記排気浄化触媒に至る排気流れが定常状態であるの判断には、排気浄化触媒に至る排気の排気温および排気流量に基づき求まる排気エネルギーの平均値である平均排気エネルギーと同排気エネルギーの瞬時値である瞬時排気エネルギーとの偏差の累積値を用いることが有効である。この累積値が所定の判定値未満になることに基づいて排気流れが定常状態であると判断することにより、同定常状態であるか否かを容易に、しかも高い精度で判定することができるようになる。なお、上記排気流量は内燃機関の吸気通路内を流れる吸入空気量、すなわち吸入空気量に準じた流量となるため、この吸入空気量を上記排気流量として準用することができる。

20

【0021】

そしてこの場合、請求項4に記載の発明によるように、前記学習を実施するための条件が満たされている時点からその都度求められる排気温と排気流量との各平均値の積を前記平均排気エネルギーとして算出し、また同じく前記学習を実施するための条件が満たされている時点からその都度求められる排気温と排気流量との積を前記瞬時排気エネルギーとして算出することにより、上記平均排気エネルギーと上記瞬時排気エネルギーとの偏差の累積値を求める上での演算負荷が最小限の負荷で済むようになる。

【0022】

30

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の内燃機関の排気浄化制御装置において、前記内燃機関がディーゼル機関であり、前記排気浄化触媒が排気中のPM（粒子状物質）を捕集するDPF（ディーゼル・パティキュレイト・フィルタ）を含むとき、前記学習を実施するための条件が、

- a. 前記DPFに堆積したPMを燃焼除去するPM再生にかかる前記燃料の間欠添加時ではないこと、および
 - b. 前記目標床温が低温判定値以下である時間の累積時間が前記判断手段による判断期間内に所定時間以上とならないこと、および
 - c. 前記排気流量が低量判定値以下である時間の累積時間が前記判断手段による判断期間内に所定時間以上とならないこと、および
 - d. 前記学習値の更新時ではないこと
- の論理積条件からなることをその要旨とする。

40

【0023】

ディーゼル機関の排気浄化制御装置には、排気中への未燃燃料の添加を通じて排気浄化触媒たるDPF（ディーゼル・パティキュレイト・フィルタ）の温度を上昇させてPM（粒子状物質）の燃焼除去を行う、いわゆるPM再生を前記床温制御として実行するようしたものがある。通常、こうした装置では、燃料添加機構からDPFに供給された燃料量である実供給燃料量と実際に触媒床温の上昇に寄与した燃料量である推定供給燃料量との差から学習値が算出される。また実供給燃料量や推定供給燃料量は、前記目標床温、排気通路内を流れる排気の排気温の推定値である推定排気温、上記DPFの推定温度である推

50

定床温、および排気通路内の排気流量等に基づいて算出される。

【0024】

こうした排気浄化制御装置において、前記定常学習値や過渡学習値の学習を適正に行うためには、上記推定床温と推定排気温とを高い精度で算出することが重要な要素となる。しかしながら、例えば排気温や排気流量が大きく変化するときなど、同排気温の分布や触媒床温の温度分布に大きなばらつきが生じる状況においては、同状況をモデル化すること自体が困難であるため、推定床温や推定排気温の算出精度が大幅に低下してしまう。したがって、そうした状況下では過渡学習値や定常学習値を適切に学習することが困難となる。

【0025】

具体的には、上記排気浄化制御装置では学習値（前記定常学習値および過渡学習値）の学習を行う場合に以下のような問題が無視できない。

a 1. PM再生を行う排気浄化制御装置にあっては通常、DPFに堆積したPMを燃焼除去するPM再生にかかる燃料の間欠添加を実行するようにしている。ちなみにこの燃料の間欠添加とは、所定のパターンにてディーゼル機関に燃料を追加供給することによってDPFに堆積したPMを完全に燃焼除去する制御である。すなわち、このような燃料の間欠添加を実行している場合には、排気温や触媒床温に変化が生じた場合であっても、この変化が、排気中への未燃燃料の添加によって生じたものなのか、あるいは未燃燃料が間欠添加されることによって生じたものなのかを判断することができないため、学習値を適正に学習することが困難となる。

b 1. 上記推定床温の算出精度は、実際の触媒床温が所定の低温判定値以下となった場合に低下する。したがって、目標床温が低温判定値以下となっている状態が継続しているような場合には、実際の触媒床温も同低温判定値以下となって推定床温の算出精度が低下している可能性があるために、学習値を適正に学習することが困難となる。

c 1. 上記推定排気温の算出精度は、排気流量が所定の低量判定値以下となった場合に低下する。したがって、排気流量が低量判定値以下となっている状態が継続しているような場合には、推定排気温の算出精度が低下し、学習値を適正に学習することが困難となる。

d 1. 上記過渡学習値が更新されたときには、排気中への未燃燃料の添加量の急変に伴って触媒床温が急変するおそれがあるため、学習値を適正に学習することが困難となる。

【0026】

この点、上記構成によれば、上記a～dの条件が1つでも満たされないときには、学習値の学習が実行されないために、排気温や触媒床温が比較的安定した状況の下で学習値を学習することができ、学習値として適正な値を得ることができるようになる。

【0027】

請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の内燃機関の排気浄化制御装置において、前記排気中に未燃燃料を添加するための手段として、前記排気通路に設けられた燃料添加弁を有する第1燃料添加手段とそれ以外の機構からなる第2燃料添加手段とを備え、前記学習を実施するための条件として、

e. 前記第2燃料添加手段を通じた未燃燃料の添加がなされていないこと、および

f. 前記第1燃料添加手段を通じた未燃燃料の添加が禁止されていないこと

を前記論理積条件として更に含むことをその要旨とする。

【0028】

排気通路に設けられた燃料添加弁を有する排気浄化制御装置では、燃料添加弁からの燃料添加量を精度良く調量するために、噴孔の詰まりなどによる経時変化や個体差によって生じる燃料添加弁の添加量誤差を学習したいといった要求がある。こうした要求に対して、上記構成のように排気中に未燃燃料を添加するための手段として、排気通路に設けられた燃料添加弁を有する第1燃料添加手段とそれ以外の機構からなる第2燃料添加手段とを備えた排気浄化制御装置では、以下のような問題が無視できない。

e 1. 例えばポスト噴射が実行されている場合など、燃料添加弁を有する第1燃料添加手段以外の手段によって排気中に未燃燃料が添加されている場合には、排気温や触媒床温に

10

20

30

40

50

変化が生じた場合であっても、この変化が燃料添加弁からの未燃燃料の添加によるものなのか、あるいは第2燃料添加手段による未燃燃料の添加によるものなのかを判断することができないため、同燃料添加弁の添加量誤差を精度良く学習することができない。

f 1. 燃料添加弁を通じた排気中への未燃燃料の添加がそもそも禁止されている場合には、燃料添加弁の添加量誤差の学習を適正に行うことが困難である。

【0029】

この点、上記構成によれば、上記 e, f の条件も含めて、それらの条件が1つでも満たされないときには学習値が学習されなくなり、燃料添加弁からのみ未燃燃料が添加されているときに学習値が学習されるようになるため、同学習値（具体的には、定常学習値）として燃料添加弁の添加量誤差に見合う値を学習することができるようになる。

10

【0030】

請求項7に記載の発明は、請求項5または6に記載の内燃機関の排気浄化制御装置において、前記学習は、前記排気通路に設けられた排気温センサを通じて検出される排気温に基づいて実行されるものであり、前記学習を実施するための条件として、

g. 前記排気温センサの異常時ではないこと、
を前記論理積条件として更に含むことをその要旨とする。

【0031】

排気浄化制御装置によっては、内燃機関の排気通路に排気温センサを設けて、同センサにより検出される排気温に基づいて定常学習値や過渡学習値の学習を実行するようにしたものがある。こうした排気浄化制御装置では、排気温センサの異常時においては定常学習値や過渡学習値の学習を適正に行うことが困難となる。

20

【0032】

この点、上記構成によれば、定常学習値や過渡学習値の学習が、そうした排気温センサの異常時において実行されなくなるために、学習値としてより適正な値を得ることができるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

以下、本発明にかかる内燃機関の排気浄化制御装置を具体化した一実施の形態について説明する。

図1は、本実施の形態にかかる内燃機関の排気浄化制御装置の概略構成を示す。

30

【0034】

図1に示すように、内燃機関10には燃料噴射弁11が取り付けられている。この燃料噴射弁11は高圧燃料を蓄えるコモンレール12に接続されており、同コモンレール12はサプライポンプ13に接続されている。サプライポンプ13は燃料タンク14内の燃料を吸入するとともにコモンレール12に高圧燃料を圧送する。コモンレール12に蓄えられた高圧燃料は、燃料噴射弁11の開弁駆動によって燃焼室15の内部に噴射される。なお、内燃機関10はディーゼル機関である。

【0035】

燃焼室15には吸気通路16が接続されており、同吸気通路16を介して燃焼室15内に空気が吸入される。

40

一方、燃焼室15には排気通路18が接続されており、燃焼室15の内部で燃焼したガスが同排気通路18に排出される。排気通路18の途中には排気浄化部材20が設けられている。燃焼室15内から排気通路18に排出された燃焼ガス（排気）は、排気浄化部材20の通過に際して浄化された後、排気通路18の外部に放出される。

【0036】

排気浄化部材20の内部には2つの排気浄化触媒が直列に配設されている。これら触媒のうち、排気流れ方向上流側（以下、単に上流側）に設けられた触媒は、排気中のNO_xを浄化するNO_x吸蔵還元型触媒（以下、NSR触媒21という）である。また、NSR触媒21の排気流れ方向下流側（以下、単に下流側）に設けられた触媒は、排気中のPM（粒子状物質）を捕集するフィルタ（以下、DPF22）である。このDPF22は多孔

50

質のセラミック構造体であり、同DPF22には排気中のPMが多孔質の壁を通過する際に捕集される。

【0037】

また、排気通路18におけるNSR触媒21より上流側には燃料添加弁23が設けられている。燃料添加弁23は、燃料供給管24を介して前記サンプライポンプ13に接続されている。この燃料添加弁23の開弁駆動により、排気通路18の内部に燃料が噴射されて、排気中に燃料が添加される。

【0038】

内燃機関10には、その運転状態を検出するための各種センサが設けられている。具体的には、例えば吸気通路16を通じて燃焼室15内に吸入される空気の量（吸入空気量GA）を検出するためのエアフロメータ31や、内燃機関10の出力軸の回転速度（機関回転速度NE）を検出するための回転速度センサ32、DPF22を通過した直後の排気の温度（排気温Ta）を検出するための排気温センサ33等が設けられている。

【0039】

各種センサの出力信号は電子制御装置30に入力される。電子制御装置30は、中央処理制御装置（CPU）、各種プログラムやマップ等を予め記憶した読出専用メモリ（ROM）、CPUの演算結果等を一時記憶するランダムアクセスメモリ（RAM）、タイマカウンタ、入力インターフェース、出力インターフェース等を備えたマイクロコンピュータを中心に構成されている。そして、この電子制御装置30は、各種センサの出力信号をもとに各種の演算を行い、その演算結果に基づいて燃料噴射弁11の駆動制御や、サンプライポンプ13の駆動制御など、内燃機関10の各種制御を実行する。本実施の形態では、電子制御装置30が記憶手段として機能し、また定常学習値のみに基づく制御（NOx還元制御）を実行する制御実行手段として機能する。

【0040】

また電子制御装置30は、そうした制御の一環として、上記燃料添加弁23の駆動制御を実行する。この燃料添加弁23の駆動制御は、PM再生制御、硫黄被毒回復制御、およびNOx還元制御に際して実行される。

【0041】

以下、それらPM再生制御、硫黄被毒回復制御、およびNOx還元制御の実行態様について各別に説明する。

ここではまず、PM再生制御の実行態様について説明する。

【0042】

PM再生制御は、上記DPF22に捕集されたPMを燃焼させて二酸化炭素（CO₂）と水（H₂O）として排出させることにより、同DPF22の目詰まりを解消するために行われる。具体的には、排気中に未燃燃料を添加して同燃料を排気中や触媒上で酸化させることにより、その酸化反応に伴う発熱によって触媒床温が高温（例えば600～700℃）になり、上記PMが燃焼されるようになる。

【0043】

図2にPM再生制御の実行手順を示し、図3にDPF22に堆積しているPMの量（PM堆積量PMsm）の推移を示す。

図2に示すように、PM再生制御では、DPF22に堆積しているPMの量（PM堆積量PMsm）が再生基準値PMstに達すると（図2のステップS110：YES）、燃料添加弁23から排気への燃料添加を継続的に繰り返す処理（連続添加処理）の実行が開始される（同ステップS120）。これによってDPF22の床温が上昇して同DPF22に捕集されたPMが燃焼され、図3に示すように、PM堆積量PMsmが徐々に少なくなる（時刻t11～t12）。

【0044】

なお、上記PM堆積量PMsmは、内燃機関10の運転状態などに基づいて単位時間当りの内燃機関10からのPM排出量、あるいはPM酸化量を推定して求めるとともに、その単位時間当りのPM排出量／PM酸化量を逐次加算／減算することにより求められてい

10

20

30

40

50

る。

【0045】

その後の時刻 t_{12} において、PM堆積量 PM_{sm} が判定値 A より少なくなると（図2のステップ $S_{130} : YES$ ）、燃料添加弁23から排気への燃料添加を間欠的に繰り返す処理（間欠添加処理）が実行される（同ステップ S_{140} ）。この間欠添加処理では、所定のパターン（所定周期で燃料添加の実行と停止とが繰り返されるパターン）で排気中に燃料が添加される。この間欠添加処理の実行を通じて、DPF22に堆積したPMのうちの上記連続添加処理の実行では除去しきれない堆積分の完全な燃焼除去が図られる（図3の時刻 t_{12} 以降）。そして、こうした間欠添加処理の実行の後、PM再生処理は終了される。

10

【0046】

なお、上記連続添加処理では、燃料添加弁23からの燃料添加量についての制御目標値（目標添加量 Q_{r1} ）が以下のように算出される。

図4に、目標添加量 Q_{r1} を算出する処理の処理手順を示す。

【0047】

図4に示すように、目標添加量 Q_{r1} の算出に際してはまず、機関回転速度 NE および燃料噴射量 Q （機関トルクを得るために燃料噴射弁11から噴射される燃料の量）に基づいて、DPF22の上流側における排気温の推定値（推定排気温 TOB ）が算出される（ステップ S_{210} ）。その後、上記推定排気温 TOB 、燃料噴射量 Q 、目標添加量 Q_{r1} 、および排気流量（具体的には、その指標値である吸入空気量 GA ）に基づいてDPF22の下流側における排気温の推定値（推定排気温 TOA ）が算出される（ステップ S_{220} ）。そして、上記推定排気温 TOA と排気温 Tb とに基づいて、DPF22の床温についての推定値（推定床温 Tbc ）が算出される（ステップ S_{230} ）。ちなみに、この推定床温 Tbc は後述する学習処理において学習値を算出する際に用いられる。

20

【0048】

次に、機関回転速度 NE および燃料噴射量 Q に基づいて、DPF22の床温についての制御目標値（目標床温 Ttc ）が算出される（ステップ S_{240} ）。そして、この目標床温 Ttc と推定排気温 TOB との温度差、および吸入空気量 GA に基づいて目標添加量 Q_{r1} が算出される（ステップ S_{250} ）。その後、後述する学習処理において学習・記憶された学習値 Ka 、 Kb が読み込まれるとともに（ステップ S_{260} ）、それら学習値 Ka 、 Kb を目標添加量 Q_{r1} に反映させることにより、最終的な目標添加量 Q_{r1} （ $= Q_{r1} \times Ka \times Kb$ ）が設定される（ステップ S_{270} ）。本実施の形態では、このステップ S_{270} の処理が、過渡学習値を燃料添加量に反映させる反映手段として機能する。

30

【0049】

そして連続添加処理では、DPF22の床温と目標床温 Ttc とを一致させるべく、目標添加量 Q_{r1} に応じたかたちで燃料添加弁23が駆動される。なお、上記連続添加処理では、開弁駆動と閉弁駆動とをごく短い周期で交互に繰り返すといった態様で燃料添加弁23が駆動されており、例えば燃料添加弁23の開弁時間を可変設定するなど、同燃料添加弁23の開弁時間と閉弁時間との比を目標添加量 Q_{r1} に応じて設定することによって単位時間当たりの燃料添加量が調節される。こうした燃料添加弁23の駆動を通じて、DPF22の床温を、PMを燃焼させることの可能な温度まで所望の速度で上昇させることが可能になる。

40

【0050】

ちなみに、間欠添加処理によって燃料添加が実行されているときにも、連続添加処理と同様に、開弁駆動と閉弁駆動とをごく短い周期で交互に繰り返すといった態様で燃料添加弁23が駆動されており、同燃料添加弁23の開弁時間の設定を通じて単位時間当たりの燃料添加量が調節される。

【0051】

また、本実施の形態にかかるPM再生制御では、排気中への未燃燃料の添加を、燃料添加弁23の開弁駆動のみによって行うことの他、機関出力を発生させるための燃料噴射の

50

実行後における燃料噴射弁 11 からの少量の燃料噴射（いわゆるポスト噴射）を併せて実行することによって行う場合もある。この場合には、燃料添加弁 23 による燃料添加量とポスト噴射による燃料添加量とを加算した量が上記目標添加量 Q_{r1} となるように、燃料添加弁 23 の駆動制御と燃料噴射弁 11 の駆動制御とが実行される。

【0052】

次に、硫黄被毒回復制御の実行態様について説明する。

NSR 触媒 21 は、燃料に含まれる硫黄分によって被毒して、その NO_x 吸蔵能力の低下を招いてしまう。硫黄被毒回復制御は、NSR 触媒 21 に吸蔵された硫黄分（詳しくは、硫黄酸化物（ SO_x ））を放出・還元させて、同 NSR 触媒 21 の NO_x 吸蔵能力を回復させるために行われる。

10

【0053】

図 5 に、硫黄被毒回復制御の実行手順を示す。

図 5 に示すように、硫黄被毒回復制御では、NSR 触媒 21 に堆積した硫黄分（硫黄堆積量 S ）が許容値に達すると（ステップ $S310: YES$ ）、昇温処理の実行が開始される（ステップ $S320$ ）。この昇温処理は、上記 PM 再生制御における連続添加処理に準じた態様で燃料添加弁 23 から排気中へと継続的に燃料を添加する処理であり、硫黄分の放出が可能となる温度（例えば 700°C ）まで NSR 触媒 21 の床温を上昇させるために行われる。

【0054】

なお上記硫黄堆積量 S は、内燃機関 10 の運転状態などから単位時間当りの触媒への硫黄分の堆積量、あるいは NSR 触媒 21 からの硫黄分の放出量を推定して求めるとともに、その単位時間当りの硫黄堆積量／放出量を逐次加算／減算することにより求められている。

20

【0055】

こうした昇温処理により、触媒床温が目標とする温度まで上昇すると（ $S330: YES$ ）、NSR 触媒 21 から硫黄分を放出させるとともに、これを還元浄化するための硫黄放出処理が開始される（ $S340$ ）。この硫黄放出処理では、排気中への燃料添加を通じて排気を還元雰囲気（排気の酸素濃度が所定濃度より低い状態）にすることで行われる。こうした硫黄放出処理は、触媒の硫黄堆積量 S が当該制御の終了判定値以下となるまで（ $S350: YES$ ）継続される。

30

【0056】

図 6 は、こうした硫黄放出処理の処理態様の一例を示している。同図（a）は燃料添加弁 23 の駆動態様の推移を示しており、同図（b）は NSR 触媒 21 に流入する排気の酸素濃度の推移を示している。

【0057】

図 6 に示すように、硫黄放出処理は、排気中への燃料添加を行う添加期間と同燃料添加を休止する休止期間とを交互に繰り返しながら行われる。そして、この添加期間における間欠的な燃料添加を通じて、排気の酸素濃度を所定濃度より低くしつつ還元剤となる炭化水素（ HC ）や一酸化炭素（ CO ）を NSR 触媒 21 に供給することにより、NSR 触媒 21 に堆積された硫黄分の放出、およびその還元浄化を促進するようにしている。硫黄放出処理の実行中に燃料添加を休止する休止期間を設けているのは、燃料添加に伴う発熱で触媒床温が過上昇しないようにするためである。

40

【0058】

なお、この硫黄放出処理では、燃料添加弁 23 からの燃料添加量についての制御目標値（目標添加量 Q_{r2} ）が NSR 触媒 21 の床温に基づき設定される。目標添加量 Q_{r2} としては、NSR 触媒 21 の床温が高いときほど少ない量であって、前述した各学習値 K_a 、 K_b を反映させた量（ $= Q_{r2} \times K_a \times K_b$ ）が設定される。NSR 触媒 21 の床温は、内燃機関 10 の運転状態や燃料添加弁 23 からの燃料添加量に基づき逐次算出されている。

【0059】

50

また、上記添加期間にあっては、詳しくは、開弁駆動と閉弁駆動とをごく短い周期で交互に繰り返すといった態様で燃料添加弁 23 が駆動されており、例えば燃料添加弁 23 の開弁時間を可変設定するなど、同燃料添加弁 23 の開弁時間と閉弁時間との比を目標添加量 Q_{r2} に応じて設定することによって単位時間当たりの燃料添加量が調節される。

【0060】

次に、 NO_x 還元制御の実行態様について説明する。

NO_x 還元制御は、上記 NSR 触媒 21 に吸蔵された NO_x を、窒素 (N_2)、二酸化炭素 (CO_2) および水 (H_2O) に還元して放出するために行われる。

【0061】

具体的には、図 7 に示すように、所定期間 T_x おきに所定時間 T_y にわたって燃料添加弁 23 が開弁駆動されて排気中に燃料が添加される。こうした燃料添加により、一時的に NSR 触媒 21 を通過する排気が未燃燃料成分の多い状態、言い換えれば、酸素濃度の低い状態にされ、これにより NSR 触媒 21 からの NO_x の放出およびその還元が促進されて、上記 NO_x の還元浄化が図られる。

10

【0062】

なお、 NO_x 還元制御では、燃料添加弁 23 からの燃料添加量についての制御目標値（目標添加量 Q_{r3} ）が燃料噴射量 Q や吸入空気量 G_A に基づき設定される。この目標添加量 Q_{r3} としては、排気の酸素濃度を所定濃度より低くすることの可能な量が算出される。また目標添加量 Q_{r3} としては、前述した学習値 K_a を反映させた量（ $= Q_{r3} \times K_a$ ）が設定される。そして、目標添加量 Q_{r3} に応じた時間（上記所定時間 T_y ）だけ燃料添加弁 23 が開弁駆動されて、これにより排気の酸素濃度が所定濃度より低くなる。

20

【0063】

以上のように本実施の形態では、排気通路 18 に設けられた燃料添加弁 23 から排気への燃料添加を行うことにより、排気浄化部材 20 の排気浄化性能の回復・維持を図るようにしている。なお、PM 再生制御、硫黄被毒回復制御および NO_x 還元制御は同時に実行されることはなく、各別に設定された実行条件に基づいて適宜のタイミングで実行される。

【0064】

本実施の形態にかかる排気浄化制御装置では、前述した PM 再生制御の実行に際して、DPF 22 の床温と目標床温 T_{tc} とのずれを補正することの可能な値（定常学習値 K_a および過渡学習値 K_b ）を学習するようにしている。

30

【0065】

以下、そうした補正値を学習する処理（学習処理）について説明する。

図 8 および図 9 は、上記学習処理の具体的な処理手順を示すフローチャートである。このフローチャートに示される一連の処理は、所定周期毎の処理として、電子制御装置 30 により実行される。

【0066】

図 8 に示すように、この処理ではまず、学習を実施するための条件（学習条件）が成立しているか否かが判断される（ステップ S410）。この学習条件は、複数の条件の論理積（AND）条件である。以下、学習条件を構成する各条件（条件 a～条件 g）を、それら条件を設定した理由（理由 a～理由 g）と併せて説明する。

40

【0067】

（条件 a）間欠添加処理の実行中ではないこと。

（理由 a）間欠添加処理の実行時には、排気温や DPF 22 の床温に変化が生じた場合であっても、その変化が排気中への未燃燃料の添加によって生じたものなのか、あるいは未燃燃料が間欠添加されることによって生じたものなのかを判断することができないため、学習値を適正に学習することが困難となる。

【0068】

（条件 b）目標床温 T_{tc} が低温判定値以下である時間の累積時間が、後述する「平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 E_{ead} 」を算出している期間内に所定時間以上とならな

50

いこと。本実施の形態では、上記期間が判断手段による判断期間に相当する。

【0069】

(理由b) 前記推定床温 T_{bc} の算出精度は、DPF 22 の実際の床温が所定の低温判定値以下となった場合に低下する。したがって、目標床温 T_{tc} が低温判定値以下となっている状態が継続しているような場合には、DPF 22 の床温も同低温判定値以下となって推定床温 T_{bc} の算出精度が低下している可能性があるために、学習値を適正に学習することが困難となる。

【0070】

(条件c) 吸入空気量 G_A が低量判定値以下である時間の累積時間が、後述する「平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 E_{Ead} 」を算出している期間内に所定時間以上とならないこと。

10

【0071】

(理由c) 推定排気温 T_{OB} の算出精度は、排気流量が所定の低量判定値以下となった場合に低下する。したがって、排気流量の指標値である吸入空気量 G_A が低量判定値以下となっている状態が継続しているような場合には、推定排気温 T_{OB} の算出精度が低下し、学習値を適正に学習することが困難となる。

【0072】

(条件d) 本処理による学習値の更新時ではないこと。

(理由d) 学習値が更新されたときには、燃料添加弁 23 からの燃料添加量の急変に伴って DPF 22 の床温が急変するおそれがあるため、学習値を適正に学習することが困難となる。

20

【0073】

(条件e) DPF 22 の床温を上昇させるための処理として、燃料添加弁 23 からの燃料添加以外の方法による燃料添加（機関出力を発生させるための燃料噴射の実行後における少量の燃料噴射、いわゆるポスト噴射）が実行されていないこと。

【0074】

(理由e) 排気通路に設けられた燃料添加弁から未燃燃料を添加する場合、同燃料添加弁からの燃料添加量を精度良く調量するために、噴孔の詰まりなどによる経時変化や個体差によって生じる燃料添加弁の添加量誤差を学習したいといった要求がある。こうした要求に対して、ポスト噴射を通じて排気中に未燃燃料が添加されているときには、排気温や触媒床温に変化が生じた場合であっても、この変化が燃料添加弁 23 からの未燃燃料の添加によるものなのか、あるいはポスト噴射（具体的には、燃料噴射弁 11）による未燃燃料の添加によるものなのかを判断することができないため、同燃料添加弁 23 の添加量誤差を精度良く学習することができない。なお本実施の形態では、燃料添加弁 23 とこれに燃料を供給するための機構とが第1燃料添加手段として機能し、燃料噴射弁 11 とこれに燃料を供給するための機構とが第2燃料添加手段として機能し、それら第1および第2燃料添加手段が共に燃料供給機構として機能する。

30

【0075】

(条件f) 燃料添加弁 23 を通じた未燃燃料の添加が禁止されていないこと。

(理由f) 燃料添加弁 23 を通じた未燃燃料の添加がそもそも禁止されている場合には、学習値を適正に学習することが困難となる。

40

【0076】

(条件g) 排気温センサ 33 の異常時ではないこと。

(理由g) 本処理では、学習値の学習が、内燃機関 10 の排気通路 18 に設けられた排気温センサ 33 を通じて検出される排気温 T_a に基づき実行される。そのため、排気温センサ 33 の異常時には、学習値を適正に学習することが困難となる。

【0077】

そして、これら（条件a）～（条件g）のうちのいずれか1つでも満たされないときには（ステップ S410：NO）、学習値を算出することなく、本処理が一旦終了される。したがって、上述した各理由（理由a～理由g）から学習値を精度良く学習することので

50

きない状況において同学習が実行されることが回避されて、学習値として適正な値が学習されるようになる。

【0078】

そして、学習条件が成立しているときには（ステップS410：YES）、平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値EEdを算出する処理（累積値算出処理）が実行される（ステップS420）。

【0079】

図10に、累積値算出処理の具体的な処理手順を示す。

図10に示すように、この処理ではまず、DPF22の上流の排気温（前記推定排気温TOB）が算出される（ステップS421）。そして、その推定排気温TOB、吸入空気量GA、および本処理の演算周期Tに基づいて以下の関係式（1）から、瞬時排気エネルギーEmが算出される（ステップS422）。なお本実施の形態では、演算周期Tが0.1～0.2ms程度の値に設定されている。

【0080】

$$EEm \leftarrow TOB \times GA \times T \quad \cdots (1)$$

次に、学習条件が成立した時点からの推定排気温TOBの平均値（平均推定排気温TOBa）が算出される（ステップS423）。図11（a）に、学習条件が成立した時点からの推定排気温TOBや平均推定排気温TOBaの推移の一例を示す。同図11（a）に示すように、本処理では、学習条件が成立した時点（時刻t21）からその都度求められる推定排気温TOBに基づいて平均推定排気温TOBaが順次算出される。

【0081】

また、学習条件が成立した時点からの排気流量（具体的には、その指標値である吸入空気量GA）の平均値（平均吸入空気量GAa）が算出される（図10のステップS424）。図11（b）に、学習条件が成立した時点からの吸入空気量GAや平均吸入空気量GAaの推移の一例を示す。図11（b）に示すように、学習条件が成立した時点（時刻t21）からその都度求められる吸入空気量GAに基づいて平均吸入空気量GAaが順次算出される。

【0082】

そして、上記平均推定排気温TOBa、平均吸入空気量GAa、および本処理の演算周期Tに基づいて以下の関係式（2）から、平均排気エネルギーEeaが算出される（図10のステップS425）。

【0083】

$$Eea \leftarrow TOBa \times GAa \times T \quad \cdots (2)$$

このように、瞬時排気エネルギーEmおよび平均排気エネルギーEeaを関係式（1）、（2）に基づき算出することにより、以下に説明する平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値EEdを常時算出する構成のように電子制御装置30の演算負荷が大きくなることなく、同平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値EEdを求める上での電子制御装置30の演算負荷も最小限の負荷で済むようになる。

【0084】

その後、上記瞬時排気エネルギーEmおよび平均排気エネルギーEeaに基づいて以下の関係式（3）から、平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値EEdが算出される（ステップS426）。

【0085】

$$EEd(i) \leftarrow EEd(i-1) + |Em(i) - Eea(i)| \quad \cdots (3)$$

ただし、（i）：今回の値

($i - 1$) : 前回の値

図11(c)に、瞬時排気エネルギー E_{Em} および平均排気エネルギー E_{Ea} の推移の一例を示す。同図11(c)に示すように、本処理では、学習条件が成立した時点(時刻 t_{21})から平均排気エネルギー E_{Ea} の算出が開始されるとともに、同平均排気エネルギー E_{Ea} と瞬時排気エネルギー E_{Em} との偏差(同図中の矢印Aに相当する値)が算出される。そして、この偏差の累積値(同図中の斜線で示す部分の面積)が平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 E_{Ead} としてその都度算出される。図11(d)は、そうした平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 E_{Ead} の推移の一例を示している。

【0086】

そして図8に示すように、本実施の形態にかかる学習処理では、そのようにして平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 E_{Ead} が算出された後(ステップS420)、添加弁学習タイマのカウント値 T_S がカウントアップされ(ステップS430)、同カウント値 T_S がタイマ判定値 T_{Sj} (例えば60秒)以上であるか否かが判断される(ステップS440)。

【0087】

図11(e)に、上記カウント値 T_S の推移の一例を示す。同図11(e)に示すように、カウント値 T_S は、学習条件が成立した時点(時刻 t_{21})からカウントアップが開始され、タイマ判定値 T_{Sj} に至るまで増加していく。ここで上記タイマ判定値 T_{Sj} としては、DPF22の床温が大きく変化する何らかの処理が実行された場合であっても、上記カウント値 T_S が同タイマ判定値 T_{Sj} となったことをもって上記DPF22の床温が目標床温 T_{tc} 近傍まで変化していると判断することの可能な値が実験結果などに基づき求められ、予め設定されている。すなわち、このステップS440の処理では、上記カウント値 T_S がタイマ判定値 T_{Sj} になったことをもって、DPF22の温度が安定した状態にあると判断される。

【0088】

そして、図9に示すように、添加弁学習タイマのカウント値 T_S がタイマ判定値 T_{Sj} 以上になると(ステップS440: YES)、上記推定床温 T_{bc} の最大値と最小値との差(床温振幅 A_{TC})についての最大値(床温振幅最大値 A_{TCmax})が算出されるとともに、同床温振幅最大値 A_{TCmax} に基づいてDPF22の床温が安定した状態になっているか否かが判断される。

【0089】

具体的には先ず、床温振幅タイマのカウント値 T_A のカウントアップが開始されるとともに(ステップS450)、同カウント値 T_A がタイマ判定値 T_{Aj} (例えば30秒)以上であるか否かが判断される(ステップS460)。

【0090】

そして、カウント値 T_A がタイマ判定値 T_{Aj} 未満である場合には(ステップS460: NO)、そのときの床温振幅 A_{TC} が算出された後(ステップS470)、この床温振幅 A_{TC} と適宜のメモリに格納されている床温振幅最大値 A_{TCmax} との比較に基づき床温振幅最大値 A_{TCmax} を更新する処理(更新処理)が実行される(ステップS480)。なお、この更新処理は、具体的には、このときの床温振幅 A_{TC} が床温振幅最大値 A_{TCmax} より大きいときには同床温振幅 A_{TC} を新たな床温振幅最大値 A_{TCmax} として記憶し、このときの床温振幅 A_{TC} が床温振幅最大値 A_{TCmax} 未満であるときには床温振幅最大値 A_{TCmax} を変更しないといったように実行される。

【0091】

その後、本処理が繰り返し実行されて床温振幅タイマのカウント値 T_A がタイマ判定値 T_{Aj} 以上になると(ステップS360: YES)、上記床温振幅最大値 A_{TCmax} が振幅判定値 A_{TCj} 未満であるか否かが判断される(ステップS490)。

【0092】

図11(f)に、床温振幅タイマのカウント値 T_A の推移の一例を示す。同図11(f)

10

20

30

40

50

）に示すように、このカウント値 $T A$ は、添加弁学習タイマのカウント値 $T S$ がタイマ判定値 $T S_j$ に至った時点（時刻 $t 2 2$ ）からカウントアップが開始され、これに併せて上記床温振幅最大値 $A T C m a x$ が算出、更新される。そして、そうした床温振幅タイマのカウント値 $T A$ が振幅判定値 $A T C_j$ に至ったときに（時刻 $t 2 3$ ）、床温振幅最大値 $A T C m a x$ の値が振幅判定値 $A T C_j$ 未満であるか否かが判断される。

【0093】

そして、このときの床温振幅最大値 $A T C m a x$ が振幅判定値 $A T C_j$ 未満である場合には（図9のステップ $S 4 9 0 : Y E S$ ）、 $D P F 2 2$ の床温が安定した状態で推移しており、比較的安定した条件の下での学習値の学習が可能であるとして、同学習値の学習が実行される（ステップ $S 5 1 0 \sim 4 4 0$ ）。

10

【0094】

ここでは先ず、 $D P F 2 2$ の床温と前記目標床温 $T t c$ とのずれを補償することの可能な補正值 K が算出される（ステップ $S 5 0 0$ ）。具体的には先ず、以下の関係式（4）に基づいて排気中への未燃燃料の添加による発熱量であって前記目標床温 $T t c$ と $D P F 2 2$ の床温とを一致させるために必要な発熱量（要求発熱量 $C V D$ ）が算出されるとともに、以下の関係式（5）に基づいて排気中への未燃燃料の添加による実際の発熱量に相当する値（推定発熱量 $C V P$ ）が算出される。なお、関係式（4）および（5）における「 $k c$ 」は、 $D P F 2 2$ の温度差を、同差を「0」にするために必要な発熱量に換算するための係数である。

20

【0095】

$$C V D \leftarrow (目標床温 T t c - 推定排気温 T O B) \times 吸入空気量 G A \times k c \quad \cdots (4)$$

$$C V P \leftarrow (推定床温 T b c - 推定排気温 T O B) \times 吸入空気量 G A \times k c \quad \cdots (5)$$

その後、それら要求発熱量 $C V D$ および推定発熱量 $C V P$ に基づいて以下の関係式（6）から、要求発熱量 $C V D$ と推定発熱量 $C V P$ とのずれを補償することの可能な補正值 K が算出される（ステップ $S 5 0 0$ ）。

【0096】

$$K(i) \leftarrow (C V D - C V P) / C V P \times K(i-1) + 1 \quad \cdots (6)$$

ただし、 (i) ：今回の値

$(i-1)$ ：前回の値

30

次に、前記平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 $E E a d$ が定常状態判定値 $E E a d_j$ 未満であるか否かが判断される（ステップ $S 5 1 0$ ）。ここで、上記平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 $E E a d$ は、排気通路18内を流れる排気の有するエネルギーが一定であるときには「0」に維持される値であり、同エネルギーが変動しているときには徐々に大きくなる値である。また、排気の有するエネルギーの変動度合いが大きいときほど、上記平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 $E E a d$ は早い速度で増加する。このステップ $S 5 1 0$ の処理では、そうした平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 $E E a d$ に基づいて、排気通路18における排気の流れが定常状態にあるか過渡状態にあるかが判断される。本実施の形態では、ステップ $S 5 1 0$ の処理が、排気浄化触媒に至る排気流れが定常状態であることを判断する判断手段として機能する。

40

【0097】

このように、排気浄化部材20に至る排気流れが定常状態であるか過渡状態であるかを判断するためには、排気の温度と流量とに基づき求まる排気エネルギーの平均値（平均排気エネルギー $E E a$ ）と、同排気エネルギーの瞬時値（瞬時排気エネルギー $E E m$ ）との偏差の累積値（平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 $E E a d$ ）を算出することが有効である。この累積値 $E E a d$ が定常状態判定値 $E E a d_j$ 未満であるときには排気流れが定常状態であると判断し、累積値 $E E a d$ が定常状態判定値 $E E a d_j$ 以上であるときには排気流れが

50

過渡状態であると判断することにより、同排気流れの状態を容易に、しかも高い精度で判断することができる。

【0098】

そして、前記平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 $E E a d$ が定常状態判定値 $E E a d j$ 未満である場合には（ステップ S 5 1 0：YES）、同累積値 $E E a d$ が小さい値であり、排気流れが定常状態であると判断される。この場合には、定常学習値 $K a$ に補正值 K を乗算した値（ $K a \times K$ ）が新たな定常学習値 $K a$ として記憶される（ステップ S 5 2 0）。

【0099】

このとき排気流れが定常状態であり、排気浄化部材 2 0 の熱容量等に起因して生じる D P F 2 2 の床温の変化遅れ（詳しくは排気中への未燃燃料の添加に対する D P F 2 2 の床温の変化遅れ）が殆どない状態である。そのため、上記計算式（4）～（6）を通じて算出される補正值 K は、そうした温度変化の遅れに起因する誤差の影響が極力排除された値、言い換えれば、燃料添加弁 2 3 から排気中に添加される燃料量についての誤差分に対応する値となる。したがって、定常学習値 $K a$ としては、燃料添加弁 2 3 の添加量誤差を補正することの可能な値が学習される。

【0100】

一方、平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 $E E a d$ が定常状態判定値 $E E a d j$ 以上である場合には（ステップ S 5 1 0：NO）、同累積値 $E E a d$ が比較的大きい値であり、排気流れが過渡状態であると判断される。そして、この場合には過渡学習値 $K b$ に補正值 K を乗算した値（ $K b \times K$ ）が新たな過渡学習値 $K b$ として記憶される（ステップ S 5 3 0）。

【0101】

なお、このとき排気流れが過渡状態であり、排気浄化部材 2 0 の熱容量等に起因して生じる D P F 2 2 の床温の若干の変化遅れがある状態であるため、上記計算式（4）～（6）を通じて算出される補正值 K は、そうした温度変化の遅れを補償することの可能な値となる。したがって、過渡学習値 $K b$ としては、D P F 2 2 の床温を目標床温 $T t c$ とする際に生じる誤差であって D P F 2 2 の床温の変化遅れに起因する誤差分を補正することの可能な値が学習される。

【0102】

このように本実施の形態では、図 1 1（f）に示すように、床温振幅タイマのカウント値 $T A$ がタイマ判定値 $T A j$ となったときに（時刻 $t 2 3$ ）、床温振幅最大値 $A T C m a x$ が振幅判定値 $A T C j$ 未満である場合に、学習値（定常学習値 $K a$ 或いは過渡学習値 $K b$ ）が更新される。

【0103】

そして、このように学習値が更新された後、添加弁学習タイマのカウント値 $T S$ 、平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 $E E a d$ 、床温振幅タイマのカウント値 $T A$ 、床温振幅最大値 $A T C m a x$ がそれぞれ「0」にリセットされ（図 9 のステップ S 5 4 0, S 5 5 0, S 5 6 0, S 5 7 0）、本処理は一旦終了される。

【0104】

なお学習条件が未成立であるときにも（図 8 のステップ S 3 1 0：NO）、添加弁学習タイマのカウント値 $T S$ 、平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 $E E a d$ 、床温振幅タイマのカウント値 $T A$ 、床温振幅最大値 $A T C m a x$ がそれぞれ「0」にリセットされた後（図 9 のステップ S 5 4 0, S 5 5 0, S 5 6 0, S 5 7 0）、本処理は一旦終了される。

【0105】

また、前記床温振幅最大値 $A T C m a x$ が振幅判定値 $A T C j$ 以上である場合には（ステップ S 4 9 0：NO）、学習値の更新を実行することなく、床温振幅タイマのカウント値 $T A$ と床温振幅最大値 $A T C m a x$ とがそれぞれ「0」にリセットされた後（ステップ S 5 6 0, S 5 7 0）、本処理は一旦終了される。

【0106】

この場合には、床温振幅最大値 ATC_{max} が振幅判定値 ATC_j 未満となるまで同床温振幅 ATC 及び床温振幅最大値 ATC_{max} が繰り返し算出され（ステップ S 4 7 0, 3 8 0）、同床温振幅最大値 ATC_{max} が振幅判定値 ATC_j 未満となると（ステップ S 4 9 0: YES）、学習値が更新される（ステップ S 5 1 0 ~ S 5 3 0）。

【0107】

上述した学習処理では、排気流れが定常状態であるときには燃料添加弁 2 3 の添加量誤差を補正することの可能な値が定常学習値 K_a として学習される一方、排気流れが過渡状態であるときには排気浄化部材 2 0 の熱容量等に起因する誤差分を補正することの可能な値が過渡学習値 K_b として学習される。

【0108】

そして本実施の形態では、PM再生制御や硫黄被毒回復制御の実行に際して、それら学習値 K_a , K_b が目標添加量 (Q_{r1} または Q_{r2}) に反映される。これにより、燃料添加弁 2 3 の添加量誤差や排気浄化部材 2 0 の熱容量等に起因する誤差が補償されて、燃料添加量の過度の補正による燃料消費量の不要な増加や床温の過度の上昇を抑えつつ、NSR触媒 2 1 の床温やDPF 2 2 の床温が所望の態様で推移するように好適に制御されるようになる。

【0109】

また本実施の形態では、 NO_x 還元制御の実行に際して定常学習値 K_a のみが目標添加量 Q_{r3} に反映される。ここで、 NO_x 還元制御では、燃料添加量の調量を通じて排気中の酸素濃度を精度良く調節することができればよく、排気浄化部材 2 0 の熱容量を考慮する必要はない。この点、本実施の形態では、 NO_x 還元制御を排気浄化部材 2 0 の熱容量による影響が排除された状態で学習された定常学習値 K_a を用いて好適に実行されるようになり、燃料添加弁 2 3 の添加量誤差を好適に補償して燃料添加量を精度良く調量することができるようになる。

【0110】

このように本実施の形態によれば、燃料添加弁 2 3 の経時変化等に起因する誤差分と排気浄化部材 2 0 の熱容量等に起因する誤差分とを各別に学習して各種制御に用いることができるようになる。

【0111】

以上説明したように、本実施の形態によれば、以下に記載する効果が得られるようになる。

(1) 燃料添加弁 2 3 の経時変化等に起因する誤差分と排気浄化部材 2 0 の熱容量等に起因する誤差分とを各別に学習して各種制御に用いることができる。

【0112】

(2) 排気浄化部材 2 0 に至る排気流れが定常状態であるか過渡状態であるかを判断するためには、平均排気エネルギー EE_a と瞬時排気エネルギー EE_m との偏差の累積値（平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 EE_{ad} ）を算出することが有効である。そして、この累積値 EE_{ad} が定常状態判定値 EE_{adj} 未満であるときには排気流れが定常状態であると判断し、累積値 EE_{ad} が定常状態判定値 EE_{adj} 以上であるときには排気流れが過渡状態であると判断することにより、同排気流れの状態を容易に、しかも高い精度で判断することができる。

【0113】

(3) 平均排気エネルギー EE_a を学習条件が成立した時点からその都度求められる推定排気温 TOB と吸入空気量 GA との各平均値の積として算出し、瞬時排気エネルギー EE_m を学習条件が成立した時点からその都度求められる推定排気温 TOB と吸入空気量 GA との積として算出した。そのため、平均・瞬時排気エネルギー偏差累積値 EE_{ad} を求める上での電子制御装置 3 0 の演算負荷が最小限で済むようになる。

【0114】

(4) 学習条件が不成立であるとき、すなわち（条件 a）～（条件 g）のうちの 1 つでも満たされないときには、学習値（定常学習値 K_a および過渡学習値 K_b ）の学習が実行

10

20

30

40

50

されないために、学習値として適正な値を得ることができるようになる。

【0115】

なお、上記実施の形態は、以下のように変更して実施してもよい。

・上記実施の形態では、DPF22の温度として推定床温 T_{bc} を用いるとともに排気流量として吸入空気量 G_A を用いるようにしたが、これらDPF22の温度や排気流量として実際に検出した値を用いるようにしてもよい。

【0116】

・上記実施の形態にかかる排気浄化制御装置は、硫黄被毒回復制御が実行されない排気浄化制御装置にも適用することができる。

・上記実施の形態では、二つの学習値のうちの定常学習値 K_a のみに基づく制御として、 NO_x 還元制御を実行するようにした。これに代えて、あるいは併せて、定常学習値 K_a に基づいて燃料添加弁23の詰まり異常を判定する制御（詰まり判定制御）を実行するようにしてもよい。

10

【0117】

燃料添加弁23の噴孔が詰まると、これに伴う燃料添加量の減少分を補うために、定常学習値 K_a が大きい値になる。そのため、定常学習値 K_a を監視することによって、燃料添加弁23の噴孔の詰まり度合いを判断することが可能である。具体的には、例えば定常学習値 K_a が詰まり判定値より大きいことをもって燃料添加弁23の詰まり度合いが過度に大きくなっていると判定することができる。

【0118】

20

この詰まり判定制御では、燃料添加弁23の添加量誤差が反映された値を詰まり異常の有無の判定に用いることによって精度の良い判定が実現される一方、排気浄化部材20の熱容量による影響が反映された値を同判定に用いると判定精度の低下を招いてしまう。この点、上記構成によれば、詰まり判定制御を排気浄化部材20の熱容量による影響が排除された状態で学習された定常学習値 K_a を用いて好適に実行されるようになり、燃料添加弁23の詰まり異常の有無を精度良く判定することができる。

【0119】

・上記実施の形態では、PM再生制御および硫黄被毒回復制御において、定常学習値 K_a および過渡学習値 K_b を共に燃料添加弁23の開弁時間（具体的には、目標添加量 Q_{r1} 、 Q_{r2} ）に反映させるようにした。これに代えて、定常学習値 K_a を燃料添加弁23の開弁時間に反映させるとともに、過渡学習値 K_b を同燃料添加弁23の閉弁時間に反映させるようにしてもよい。こうした構成によっても、燃料添加弁23の添加量誤差や排気浄化部材20の熱容量等に起因する誤差が補償され、NSR触媒21の床温やDPF22の床温が所望の態様で推移するように好適に制御されるようになる。また、硫黄被毒回復制御の硫黄放出処理にあっては、過渡学習値 K_b を、排気中への燃料添加を休止する休止期間に反映させるようにしてもよい。同構成によれば、硫黄放出処理においてNSR触媒21の床温を所望の態様で推移するように精度良く調節することができるようになる。

30

【0120】

・PM再生制御において、DPFの目標床温を同DPFに堆積したPMの量の減少に応じて段階的に（例えば、 $600^{\circ}C \rightarrow 630^{\circ}C \rightarrow 650^{\circ}C$ といったように）上昇させる制御（段階昇温制御）が実行される排気浄化制御装置において、学習処理における学習条件に、「段階昇温制御における目標床温の変更時ではないこと」といった条件を追加してもよい。

40

【0121】

PM再生制御を行う排気浄化制御装置では、DPFに堆積したPMの量が多いときには、一部のPMが燃焼すると、他の部分のPMにも引火して上記堆積したPM全体が燃焼するようになるために、触媒床温が上昇し易い。そのため、このときにはPM再生制御を行う際の目標床温を、低めの温度に設定することが可能となる。一方、DPFに堆積したPMの量が少ないときには、一部のPMが燃焼しただけでは上記堆積したPM全体が燃焼することはない。そのため、このときには上記目標床温を高めの温度に設定する必要がある

50

。こうした実情に合わせて、D P Fに堆積したP Mの量に応じたかたちで上記目標床温を段階的に変更する制御が段階昇温制御である。この段階昇温制御において上記目標床温が変更された場合には、その変更に伴って排気温が急激に変化するおそれがあるために、学習値を適正に学習することが困難となる。この点、上記構成によれば、そうした目標床温の変更時においては学習値が学習されないため、同学習値を精度良く学習することができるようになる。

【0122】

・燃料添加弁23の添加量誤差分と排気浄化部材20の熱容量の影響による誤差分を含む値を過渡学習値として求め、二つの学習値（定常学習値および過渡学習値）のうちの同過渡学習値のみをP M再生制御や硫黄被毒回復制御の目標添加量に反映させるようにして

10

【0123】

・過渡学習値や定常学習値として、積算を通じて目標添加量に反映させる値（学習係数）に限らず、加算を通じて目標添加量に反映させる値（学習量）を算出するようにしてもよい。この場合、内燃機関10の各種領域毎に学習値を設定するとともにそれら学習値を各別に更新することが望ましい。

【0124】

・排気浄化部材20に至る排気流れが定常状態であることを判断するための方法は任意に変更可能である。具体的には、例えば瞬時排気エネルギーE E mの最大値と最小値との偏差を検出するとともに同偏差が所定の判定値未満であることをもって、排気浄化部材20に至る排気流れが定常状態であると判断するようにしてもよい。また、吸入空気量G Aの最大値と最小値との偏差や推定排気温T O Bの最大値と最小値との偏差を検出するとともにそれら偏差が共に所定の判定値未満であることをもって、排気浄化部材20に至る排気流れが定常状態であると判断することなども可能である。

20

【0125】

・学習条件を（条件a）～（条件g）のうちの幾つかの論理積条件としてもよい。

・本発明は、硫黄被毒回復制御における昇温処理の実行時にその都度の触媒床温と目標床温とのずれを補正し得る燃料添加量についての学習値を学習する排気浄化制御装置にも適用することができる。

【0126】

・本発明は、排気通路に設けられた燃料添加弁を主に利用した床温制御を実行する排気浄化制御装置に限らず、例えばポスト噴射を主に利用した床温制御を実行する排気浄化制御装置にも適用することができる。要は、排気中への未燃燃料の添加に基づき排気浄化触媒の床温を制御する内燃機関の排気浄化制御装置であれば、本発明は適用することができる。

30

【0127】

・本発明は、ディーゼル機関に限らず、ガソリン機関にも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0128】

【図1】本発明を具体化した一実施の形態にかかる内燃機関の排気浄化制御装置の概略構成を示す略図。

40

【図2】P M再生制御の処理手順を示すフローチャート。

【図3】D P Fに堆積しているP Mの量の推移の一例を示すタイミングチャート。

【図4】目標添加量を算出する処理の処理手順を示すフローチャート。

【図5】硫黄被毒回復制御の処理手順を示すフローチャート。

【図6】（a）、（b）硫黄放出処理の処理態様の一例を示すタイミングチャート。

【図7】N O x還元制御の実行態様の一例を示すタイミングチャート。

【図8】学習処理の処理手順を示すフローチャート。

【図9】学習処理の処理手順を示すフローチャート。

【図10】累積値算出処理の具体的な処理手順を示すフローチャート。

50

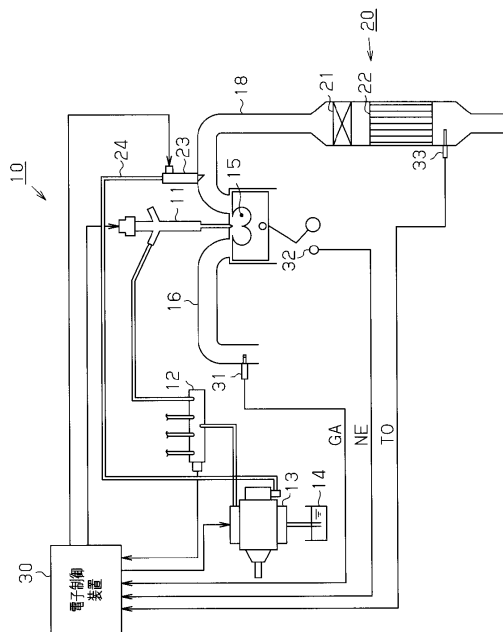
【図 1 1】 (a) ~ (f) 学習処理の処理態様の一例を示すタイミングチャート。

【符号の説明】

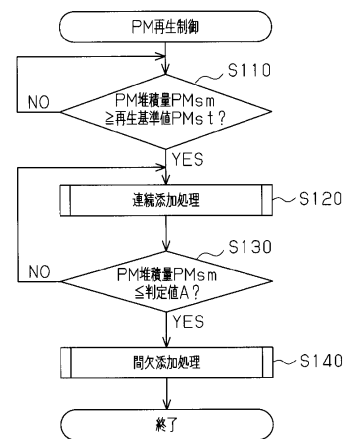
【0 1 2 9】

10…内燃機関、11…燃料噴射弁、12…コモンレール、13…サプライポンプ、14…燃料タンク、15…燃焼室、16…吸気通路、18…排気通路、20…排気浄化部材、21…NSR触媒、22…DPF、23…燃料添加弁、24…燃料供給配管、30…電子制御装置、31…エアフロメータ、32…回転速度センサ、33…排気温度センサ。

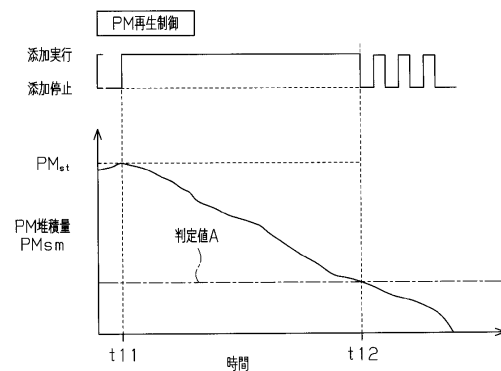
【図 1】



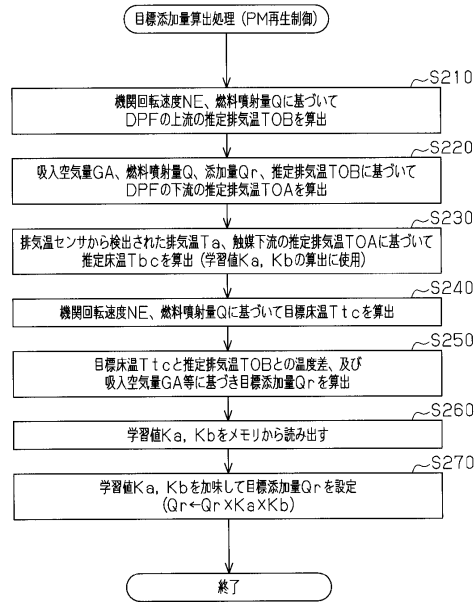
【図 2】



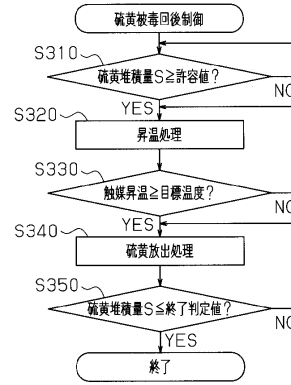
【図 3】



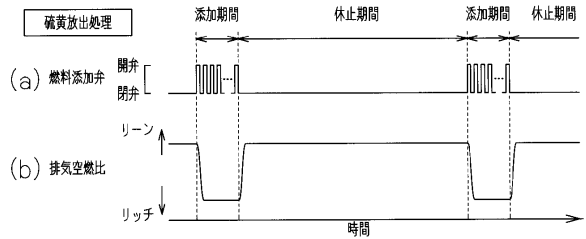
【図 4】



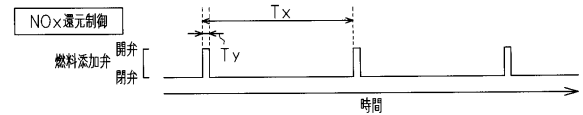
【図 5】



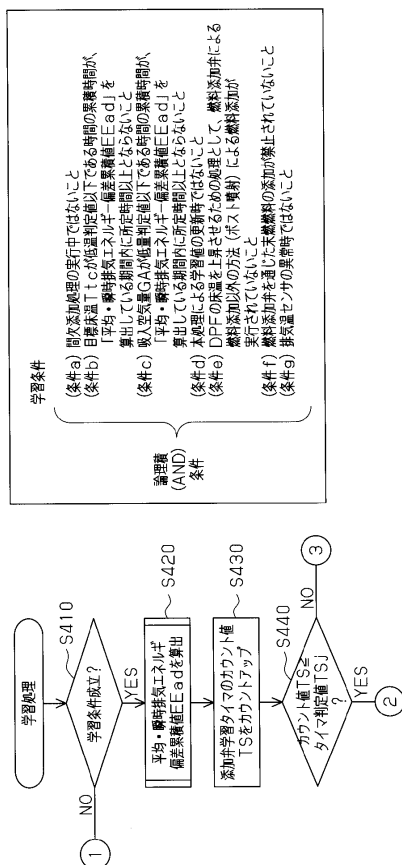
【図 6】



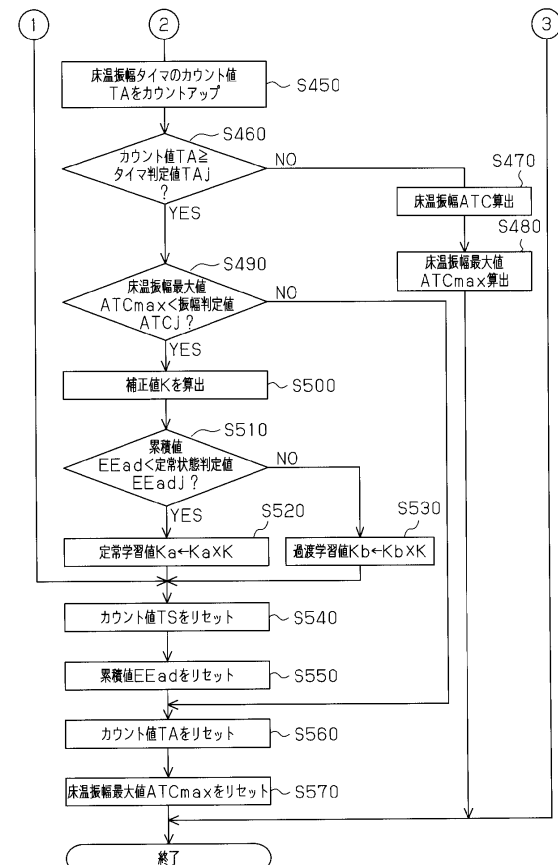
【図 7】



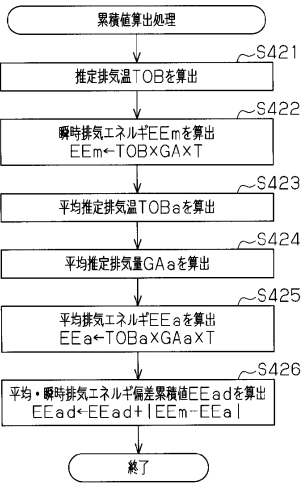
【図 8】



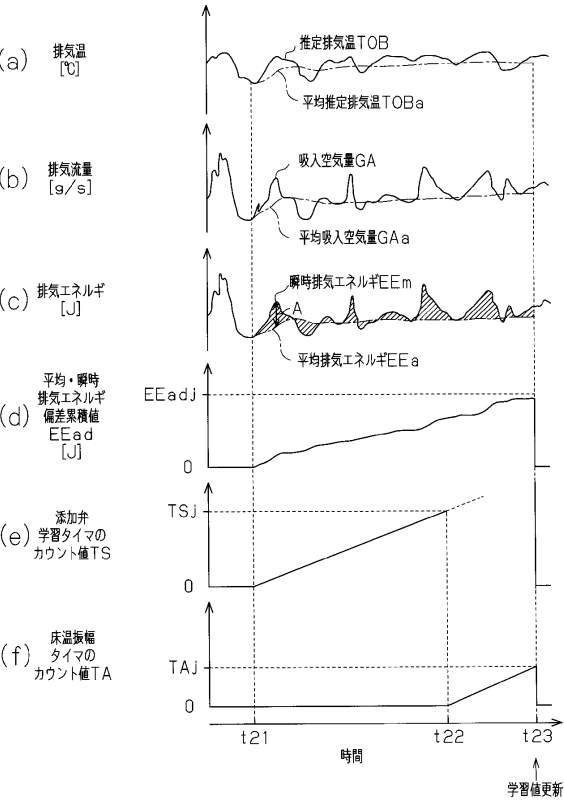
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 0 1 D 53/86 (2006.01) F 0 1 N 3/08 G
B 0 1 D 53/94 (2006.01) F 0 1 N 3/02 3 2 1 B
B 0 1 D 53/36 B
B 0 1 D 53/36 1 0 3 C

(56)参考文献 特開2008-202529 (JP, A)
特開2006-291827 (JP, A)
特開2005-315198 (JP, A)
特開2003-172185 (JP, A)
特開2007-332932 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 1 N 3/02-36
F 0 2 D 41/04
F 0 2 D 45/00
B 0 1 D 53/86
B 0 1 D 53/94