

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-190782
(P2011-190782A)

(43) 公開日 平成23年9月29日(2011.9.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 312A	3G022
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2D 43/00 301B	3G092
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 43/00 301E	3G301
FO2D 21/08 (2006.01)	FO2D 43/00 301N	3G384
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 43/00 301Z	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-60097(P2010-60097)
(22) 出願日 平成22年3月17日(2010.3.17)

(71) 出願人 509186579
日立オートモティブシステムズ株式会社
茨城県ひたちなか市高場2520番地
(74) 代理人 100100310
弁理士 井上 学
(74) 代理人 100098660
弁理士 戸田 裕二
(72) 発明者 鈴木 邦彦
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社日立製作所
日立研究所内
(72) 発明者 浅野 誠二
茨城県ひたちなか市高場2520番地
日立オートモティブシステムズ株式会社内
最終頁に続く

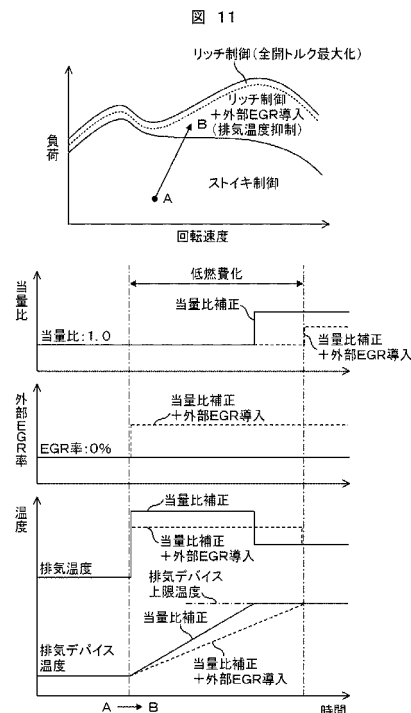
(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 可変バルブやターボ過給機などを備えた内燃機関の排気デバイス温度の現在値を精度良く推定し、排気デバイス温度の基準値と排気デバイス温度の現在値との差異にもとづき排気温度の影響因子を制御して、内燃機関を好適に制御する方法を提供する。

【解決手段】 回転速度、充填効率、点火時期、当量比、外部EGR率、排気弁開時期、過給圧にもとづき排気温度を演算し、排気温度と吸入空気量と排気デバイス周りの流体温度と排気デバイス周りの流速にもとづき排気デバイス温度を推定し、前記推定値と前記基準値にもとづき、点火時期、当量比、外部EGR率、排気弁開時期のうち少なくとも一つを過渡補正する。

【選択図】 図11



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の制御方法であって、

回転速度，充填効率，点火時期，当量比，外部 E G R 率，排気弁開時期，過給圧にもとづき排気温度を演算するステップと、前記排気温度と吸入空気量と排気デバイス周りの流体温度と排気デバイス周りの流速にもとづき排気デバイス温度の推定値を演算するステップと、排気デバイス温度の基準値を設定するステップと、前記推定値と前記基準値にもとづき、点火時期，当量比，外部 E G R 率，排気弁開時期のうち少なくとも一つを過渡補正するステップとを有する、

ことを特徴とする内燃機関の制御方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御方法であって、

前記排気デバイス温度の基準値を前記排気デバイス温度の上限値とし、前記排気デバイス温度の推定値が、前記排気デバイス温度の上限値以上となるときに、当量比のリッチ補正と、外部 E G R 率の増量補正を行う、

ことを特徴とする内燃機関の制御方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御方法であって、

前記排気デバイス温度の基準値を前記排気デバイス温度の下限値とし、前記排気デバイス温度の推定値が、前記排気デバイス温度の下限値以下となるときに、点火時期の遅角補正と、排気弁開時期の下死点からの進角補正を行う、

ことを特徴とする内燃機関の制御方法。

20

【請求項 4】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御方法であって、

前記排気デバイスをターボ過給機のタービン翼とし、前記排気デバイス温度の基準値を前記ターボ過給機のタービン翼温度の上限値とし、前記ターボ過給機のタービン翼温度の推定値が、前記ターボ過給機のタービン翼温度の上限値以上となるときに、当量比のリッチ補正と、外部 E G R 率の増量補正を行う、

ことを特徴とする内燃機関の制御方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御方法であって、

前記排気デバイスを排気浄化触媒とし、前記排気デバイス温度の基準値を前記排気浄化触媒温度の上限値とし、前記排気浄化触媒温度の推定値が、前記排気浄化触媒温度の上限値以上となるときに、当量比のリッチ補正と、外部 E G R 率の増量補正を行う、

ことを特徴とする内燃機関の制御方法。

30

【請求項 6】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御方法であって、

前記排気デバイスを排気浄化触媒とし、前記排気デバイス温度の基準値を前記触媒活性化温度の下限値とし、前記排気浄化触媒温度の推定値が前記触媒活性化温度の下限値以下となるときに、点火時期の遅角補正と、排気弁開時期の下死点からの進角補正を行う、

ことを特徴とする内燃機関の制御方法。

40

【請求項 7】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御方法であって、

排気弁に、位相，リフトおよび作動角を可変とする可変動弁機構を有し、前記排気デバイス温度の推定値が前記排気デバイス温度の基準値以下となるときに、前記可変動弁機構によって排気弁開時期を上死点付近に固定させつつ、排気弁開時期を下死点から進角補正する、

ことを特徴とする内燃機関の制御方法。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御方法であって、

50

前記排気デバイスを排気熱交換器とし、前記排気デバイス周りの流体温度を前記排気熱交換器の冷媒または熱媒の温度とし、前記排気デバイス周りの流速を前記排気熱交換器の冷媒または熱媒の流速とし、前記排気デバイス温度の基準値を前記排気熱交換器温度の目標値とし、前記排気熱交換器温度の推定値が前記排気熱交換器温度の目標値以下となるときに、点火時期の遅角補正と、排気弁開時期の下死点からの進角補正を行う、ことを特徴とする内燃機関の制御方法。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御方法であって、

吸気弁と排気弁に、位相，リフトおよび作動角を可変とする可変動弁機構を有し、前記内燃機関のクランク軸に連結された発電機を有し、前記発電機から得られる発電量と前記排気熱交換器を介して得られる熱量との総和および比率を演算し、前記総和にもとづき前記吸気弁の可変動弁機構によって吸気弁開時期を上死点付近に固定させつつ、吸気弁閉時期を下死点から進角補正し、前記比率にもとづき前記排気弁の可変動弁機構によって排気弁閉時期を上死点付近に固定させつつ、排気弁開時期を下死点から進角補正する、ことを特徴とする内燃機関の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気デバイス温度推定値にもとづく内燃機関の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、エンジンの諸元やその運転状態を示す各種パラメータにもとづいて排気温度を予測し、その予測された排気温度と排気系部品情報ともとづいて排気デバイス温度を予測し、その予測された排気デバイス温度が所定の許容限界値以上の時、排気温度を低下方向に制御する技術が開示されている。エンジン諸元やその運転状態を示す各種パラメータにもとづき多変量解析によって排気温度予測式を作成している。さらに排気温度変化からの排気デバイス温度の遅れ挙動の予測には、上記排気温度予測値を入力とする統計モデルで記述している。上記統計モデルでは、熱容量や熱抵抗に相当する定数を、実験結果にもとづきパラメータ同定によって求めている。特許文献 2 には、空燃比センサ素子の内部抵抗にもとづき排気温度を間接的に検出し、この排気温度が所定温度に達した時に、排気温度の変化率に応じて、燃料増量までのディレイ時間を設定し、このディレイ時間後に機関への燃料供給量を増量する技術が開示されている。これらによれば、保護対象の排気デバイスの温度上昇遅れ挙動を考慮して、燃料増量を実施することができ、燃費の悪化を最小限に抑えつつ、排気デバイスの保護を図ることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 6 - 33810 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 51092 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、可変バルブ，ターボ過給機，アイドルストップ機構，点火時期遅角化による排気触媒早期活性化制御機能などを備えた内燃機関では、排気温度に与える影響因子が多い上に、排気温度の影響因子自身が複雑に変化するため、排気温度に対する排気デバイス温度の遅れ挙動が一意的に定まらない。このような内燃機関において、特許文献 1 に開示されている統計モデルで排気デバイス温度の過渡挙動を予測しようとする、熱容量や熱抵抗に相当する定数を運転条件に応じて逐次切換える必要があり、十分な精度を確保することが困難であった。また、特許文献 2 に開示されている技術では、空燃比センサ素

10

20

30

40

50

子の内部抵抗にもとづき排気温度を間接的に検出できるものの、検出された排気温度変化タイミングから、排気デバイス温度の過渡遅れを考慮して燃料増量を実施するまでのディレイ時間については、予め適合などで値を設定しておく必要があり、運転自由度が増加したシステムでは、上記ディレイ時間設定のための適合に、膨大な工数を必要とするという課題があった。

【0005】

本発明は上述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、可変バルブやターボ過給機などを備えた内燃機関の排気デバイス温度を精度良く推定し、排気デバイス温度の基準値と排気デバイス温度の推定値との差異にもとづき排気温度の影響因子を制御して、内燃機関を好適に制御する方法を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

内燃機関の制御方法であって、回転速度，充填効率，点火時期，当量比，外部EGR率，排気弁開時期，過給圧にもとづき排気温度を演算するステップと、排気温度と吸入空気量と排気デバイス周りの流体温度と排気デバイス周りの流速にもとづき排気デバイス温度の推定値を演算するステップと、排気デバイス温度の基準値を設定するステップと、推定値と前記基準値にもとづき、点火時期，当量比，外部EGR率，排気弁開時期のうち少なくとも一つを過渡補正するステップとを有する、ことを特徴とする内燃機関の制御方法である。

20

【発明の効果】

【0007】

請求項1に記載の発明によれば、回転速度，充填効率，点火時期，当量比，外部EGR率，排気弁開時期、過給圧にもとづき排気温度を演算し、前記排気温度と吸入空気量と排気デバイス周りの流体温度と排気デバイス周りの流速にもとづき排気デバイス温度を推定するので、排気温度と排気デバイス温度の過渡的变化を精度良く推定することができる。また、排気デバイス温度の基準値と排気デバイス温度の推定値にもとづき、点火時期，当量比，外部EGR率，排気弁開時期のうち少なくとも一つを過渡補正するので、内燃機関を好適に制御することができる。

【0008】

請求項2に記載の発明によれば、排気デバイス温度の推定値が、排気デバイス温度の上限値以上となるときに、当量比のリッチ補正と、外部EGR率の増量補正を行うので、排気デバイスの過度な温度上昇による劣化や損傷を防止することができ、排気デバイス温度抑制のための燃料増量を最小限に抑えることができる。

30

【0009】

請求項3に記載の発明によれば、排気デバイス温度の推定値が、排気デバイス温度の下限値以下となるときに、点火時期の遅角補正と、排気弁開時期の下死点からの進角補正を行うので、点火時期の過剰な遅角化による燃焼変動の増加を抑えつつ、排気デバイス温度を迅速に下限値に到達させることができる。

【0010】

請求項4に記載の発明によれば、ターボ過給機のタービン翼温度の推定値が、ターボ過給機のタービン翼温度の上限値以上となるときに、当量比のリッチ補正と、外部EGR率の増量補正を行うので、ターボ過給機のタービン翼の過度な温度上昇による劣化や損傷を防止することができ、ターボ過給機のタービン翼温度抑制のための燃料増量を最小限に抑えることができる。

40

【0011】

請求項5に記載の発明によれば、排気浄化触媒温度の推定値が、排気浄化触媒温度の上限値以上となるときに、当量比のリッチ補正と、外部EGR率の増量補正を行うので、排気浄化触媒の過度な温度上昇による劣化や損傷を防止することができ、排気浄化触媒温度抑制のための燃料増量を最小限に抑えることができる。

【0012】

50

請求項 6 に記載の発明によれば、排気浄化触媒温度の推定値が触媒活性化温度の下限値以下となるときに、点火時期の遅角補正と、排気弁開時期の下死点からの進角補正を行うので、点火時期の過剰な遅角化による燃焼変動の増加を抑えつつ、排気デバイス温度を迅速に触媒活性化温度に到達させることができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 7 に記載の発明によれば、排気弁に、位相，リフトおよび作動角を可変とする可変動弁機構を有し、排気デバイス温度の推定値が排気デバイス温度の基準値以下となるときに、可変動弁機構によって排気弁閉時期を上死点付近に固定させつつ、排気弁開時期を下死点から進角補正する。排気弁閉時期はすきま容積に起因した内部 E G R 量の大小に強い影響を有しているため、排気弁閉時期を固定することで内部 E G R 量を大きく変化させることなく、排気温度のみを制御することができ、排気可変動弁機構によって、排気デバイス温度を迅速に触媒活性化温度に到達させることができる。

10

【 0 0 1 4 】

請求項 8 に記載の発明によれば、排気熱交換器温度の推定値が排気熱交換器温度の目標値以下となるときに、点火時期の遅角補正と、排気弁開時期の下死点からの進角補正を行うので、点火時期の過剰な遅角化による燃焼変動の増加を抑えつつ、排気熱交換器温度を迅速に目標温度に到達させることができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 9 に記載の発明によれば、吸気弁と排気弁に、位相，リフトおよび作動角を可変とする可変動弁機構を有し、内燃機関のクランク軸に連結された発電機を有し、発電機から得られる発電量と排気熱交換器を介して得られる熱量との総和および比率を演算し、前記総和にもとづき吸気弁の可変動弁機構によって吸気弁開時期を上死点付近に固定させつつ、吸気弁閉時期を下死点から進角補正し、前記比にもとづき排気弁の可変動弁機構によって排気弁閉時期を上死点付近に固定させつつ、排気弁開時期を下死点から進角補正するので、電力需要や熱需要の変化に応じて、熱供給量と電力供給量の総和や比率を可変化することができ、総合効率の観点から、内燃機関をより好適な運転動作点に制御することができる。また、排気熱交換器温度を迅速に目標温度に到達させることができるので、熱需要の急激な変化に対応させることができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 の構成を説明する図。

【 図 2 】 吸気バルブおよび排気バルブの位相を連続的に変化させた場合の、吸気バルブと排気バルブとのオーバーラップ期間の変化を説明する図。

【 図 3 】 排気温度の影響因子の一つである点火時期をステップ状に遅角側へ変化させた場合の排気温度と排気デバイス温度の時間的变化を説明するための図。

【 図 4 】 排気デバイス温度抑制に燃料のリッチ制御のみを行う場合と、燃料のリッチ制御と外部 E G R 導入を行う場合との、燃費性能の違いを説明するための図。

【 図 5 】 点火時期と当量比と E V O と外部 E G R 率と過給圧が排気温度に与える影響を説明するための図。

【 図 6 】 点火時期と当量比と E V O と外部 E G R 率と過給圧の影響を考慮して排気温度を推定する手段を説明するための図。

40

【 図 7 】 排気デバイスの熱のダイナミクスを説明するための図。

【 図 8 】 排気デバイス温度を推定する手段を説明するための図。

【 図 9 】 排気デバイスの過渡温度推定値を用いて燃料噴射量の過渡補正を行う手段を説明するための図。

【 図 10 】 排気デバイス温度抑制に燃料のリッチ制御のみを行う内燃機関において、排気デバイスの過渡温度推定値を用いて燃料噴射量の過渡補正を行った場合の、燃費低減メカニズムを説明するための図。

【 図 11 】 排気デバイス温度抑制に燃料のリッチ制御と外部 E G R 導入を行う内燃機関において、排気デバイスの過渡温度推定値を用いて燃料噴射量の過渡補正を行った場合の、

50

燃費低減メカニズムを説明するための図。

【図 1 2】バルブの作動角，リフトおよび位相を同時に変化させることができる可変バルブ機構を排気バルブに備えた場合のバルブリフトパターンを説明する図。

【図 1 3】点火時期の遅角化と E V O の進角化による排気昇温方法を説明するための図。

【図 1 4】排気デバイスの過渡温度推定値を用いて点火時期と E V O を過渡補正する排気昇温手段を説明するための図。

【図 1 5】始動直後の排気浄化触媒が活性温度に達していない場合に、排気昇温手段を用いて点火時期と E V O の過渡補正を行った場合の、触媒早期活性化メカニズムを説明するための図。

【図 1 6】本発明の実施の形態 2 の構成を説明する図。

【図 1 7】バルブの作動角，リフトおよび位相を同時に変化させることができる可変バルブ機構を吸気バルブおよび排気バルブに備えた場合のバルブ制御方法を説明する図。

【図 1 8】I V C，E V O および点火時期を変化させた場合の熱・電力供給量の変化を説明するための図。

【図 1 9】排気熱交換器の過渡温度推定値を用いて、点火時期，E V O および I V C を過渡補正する手段を説明するための図。

【図 2 0】熱需要がステップ状に増加した場合に、点火時期，E V O および I V C の過渡補正を行った場合の熱供給の応答性向上メカニズムを説明するための図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態を図にもとづいて説明する。

【0018】

図 1 は、本発明の実施の形態 1 の構成を説明する図である。本実施形態のシステムは内燃機関 1 を備えている。内燃機関 1 には吸気流路および排気流路が連通している。吸気流路にはエアフローセンサおよび吸気温度センサ 2 が組付けられている。吸気流路と排気流路には、ターボ過給機 3 が接続されている。ターボ過給機 3 は、排ガスの有するエネルギーをタービン翼の回転運動に変換するためのタービンと、タービン翼に連結されたコンプレッサ翼の回転によって吸入空気を圧縮するためのコンプレッサとで構成されている。コンプレッサが吸気流路に、タービンが排気流路にそれぞれ接続されている。ターボ過給機 3 のコンプレッサ側の下流には、断熱圧縮されて上昇した吸気温度を冷却するためのインタークーラ 4 が備えられている。インタークーラ 4 の下流には、冷却後の過給温度を計測するための過給温度センサ 5 が組付けられている。過給温度センサ 5 の下流には、吸気流路を絞りシリンダに流入する吸入空気量を制御するためのスロットルバルブ 6 が備えられている。スロットルバルブ 6 はアクセル踏量とは独立にスロットル開度を制御することができる電子制御式スロットルバルブである。スロットルバルブ 6 の下流には吸気マニホールド 7 が連通している。吸気マニホールド 7 には過給圧センサ 8 が組付けられている。吸気マニホールド 6 の下流には、吸気に偏流を生じさせることによって、シリンダ内流れの乱れを強化するタンブルコントロールバルブ 9 と、吸気ポート内に燃料を噴射する燃料噴射弁 10 が配置されている。内燃機関 1 は、バルブの開閉位相と最大リフトを連続的に可変とする可変バルブ機構 11 および 12 を、吸気バルブおよび排気バルブにそれぞれ備えている。可変バルブ機構には、バルブの開閉位相と最大リフトまたは作動角を検知するためのセンサ 13 および 14 が、吸気バルブおよび排気バルブにそれぞれ組付けられている。シリンダヘッド部にはシリンダ内に電極部を露出させた点火プラグ 15 が組付けられている。さらにシリンダにはノックの発生を検知するノックセンサ 16 が組付けられている。クランク軸にはクランク角度センサ 17 が組付けられている。クランク角度センサ 17 から出力される信号にもとづき、内燃機関 1 の回転速度を検出することができる。排気流路には空燃比センサ 18 が組付けられており、空燃比センサ検出結果にもとづき燃料噴射弁 10 より供給される燃料噴射量が理論空燃比となるように、フィードバック制御が行われる。空燃比センサ 18 の下流には、排気浄化触媒 19 が設けられており、一酸化炭素，窒素酸化物および未燃炭化水素などの有害排出ガス成分が触媒反応によって浄化さ

10

20

30

40

50

れる。内燃機関 1 は、排ガスを還流し再度吸気させることによって、燃焼温度低下による窒素酸化物の低減や、ポンプ損失低減を図る外部 EGR システムが設けられている。外部 EGR システムには、燃焼によって高温化した EGR を冷却するための EGR クーラ 20 が備えられている。EGR クーラ 20 の下流には、外部 EGR 率を調整するための EGR バルブが組付けられている。ターボ過給機 3 には、エアバイパスバルブ 22 およびウェストゲートバルブ 23 が備えられている。エアバイパスバルブ 22 は、コンプレッサの下流部からスロットルバルブ 6 の上流部における圧力が過剰に上昇するのを防ぐために備えられている。過給状態においてスロットルバルブ 6 を急激に閉止した場合に、エアバイパスバルブ 22 を開くことでコンプレッサ下流部のガスをコンプレッサ上流部へ逆流させ、過給圧を下げるができる。一方、ウェストゲートバルブ 23 は、内燃機関 1 が過剰な過給レベルとなるのを防ぐために設けられている。過給圧センサ 8 により検知された過給圧が所定の値に達した場合に、ウェストゲートバルブ 23 を開くことで、排ガスが排気タービンを迂回するように誘導され、過給を抑制あるいは保持することができる。本実施形態のシステムは図 1 に示すように ECU (Electronic Control Unit) 24 を備えている。ECU 24 には、上述した各種センサが接続されている。スロットルバルブ 6, 燃料噴射弁 10, 可変バルブ機構 11 および 12 などのアクチュエータは ECU 24 により制御されている。さらに、上述した各種センサから入力された信号にもとづき内燃機関 1 の運転状態を検知し、運転状態に応じて ECU 24 により決定されたタイミングで点火プラグ 15 が点火を行う。

10

20

30

40

50

【0019】

図 2 は、吸気バルブおよび排気バルブの位相を連続的に変化させた場合の、吸気バルブと排気バルブとのオーバーラップ期間の変化を説明する図である。吸気バルブの位相を進角側に变化させるにしたがって、排気バルブとのオーバーラップ期間が増加する。また、排気バルブの位相を遅角側に变化させるにしたがって、吸気バルブとのオーバーラップ期間が増加する。可変バルブを備えた内燃機関では、部分負荷条件において、上記オーバーラップ期間が生じるように可変バルブが制御され、排気管中の排ガスを一旦、吸気管へ吹き返すことによって内部 EGR を生じさせる。内部 EGR の増加にしたがって、部分負荷条件でのポンプ損失の低減ができ、燃焼ガス温度を低減できるために排気中の窒素酸化物の低減を行うことができる。位相のみを变化させると、上記オーバーラップに加えて、吸気バルブ閉時期 (IVC: Intake Valve Close) と排気バルブ開時期 (Exhaust Valve Open) が同時に变化する。IVC が BDC を境として進角側, 遅角側のいずれに変化しても、シリンダへ吸入される空気量が減るが、ピストン圧縮量が膨張量に対して小さくなるミラーサイクルを実現できるので、燃費が向上する。一方、EVO が BDC を境として進角側に变化すると、膨張行程において高温高压ガスがピストンに対して作用する仕事が行われないうちに、排気管へガスが流出してしまうために、トルクが減少し、排気温度が上昇する。EVO が BDC よりも遅角側に变化すると、排気行程中に再度ピストン圧縮仕事が行われるため、シリンダ内ガスが再度高温高压化された後に排出されるため、トルクが減少し、排気温度が上昇する。

【0020】

図 3 は、排気温度の影響因子の一つである点火時期をステップ状に遅角側へ变化させた場合の排気温度と排気デバイス温度の時間的变化を説明するための図である。点火時期を MBT (Minimum spark advance for Best Torque) から遅角側に制御すると、排気温度が直ちに上昇するのに対して、排気デバイス温度は、遅れをとめないながら増加し、その後一定値に収束する。回転速度の違いによって、排気デバイスの遅れ方や、収束値が異なる値を示す。これは排気デバイスの熱容量や、排ガスから排気デバイス周りの流体までの熱抵抗で定まる排気デバイス温度の変化率が、回転速度によって変化するためである。排気温度に対する排気デバイス温度の遅れ挙動は、一次遅れ系の伝達関数で概ね近似することができるが、その時定数やゲイン定数は運転条件によって異なる。そのため、時定数やゲイン定数を運転条件毎に適合し、値をマップなどに格納しておく必要がある。

【0021】

図4は、排気デバイス温度抑制に燃料のリッチ制御のみを行う場合と、燃料のリッチ制御と外部EGR導入を行う場合との、燃費性能の違いを説明するための図である。排気デバイス温度が高温化する高回転高負荷域では通常、排気デバイスの損傷や劣化を防止することを目的として、燃料のリッチ制御を行い、排気デバイス温度を抑制する。これは、燃料が増加することによって燃焼ガスの比熱が増し、燃焼温度が低下するためである。このとき、トルクに変換されずに排出される未燃燃料が多量に発生すると、燃費性能が著しく悪化してしまう。燃料のリッチ化による排気温度抑制効果に代えて、EGRクーラによって十分に冷却がなされた外部EGRを循環させて再度吸気へ導入することによっても、排気温度を抑制することができる。外部EGR導入による排気デバイス温度抑制方法では、燃料噴射量を理論空燃比近傍に保つことができるので、トルクに変換されずに排出される未燃燃料が多量に発生することはなく、高回転高負荷域での燃費性能の悪化が少ない。

10

【0022】

図5は、点火時期と当量比とEVOと外部EGR率と過給圧が排気温度に与える影響を説明するための図である。本発明の実施形態1のシステムには、排気温度に与える影響因子が多数存在するため、排気温度をモデルで推定するためには、これらの因果関係を適切に考慮する必要がある。点火時期は通常、MBTまたはトレースノック点に設定されており、これより遅角側に設定されるにしたがって、トルクが減少するとともに排気温度が上昇する。当量比は低・中負荷域では理論空燃比に設定され、高負荷域ではリッチ側に設定される。当量比がリッチ側に設定されると、燃焼ガスの比熱が増し、燃焼温度が低下するため、排気温度は低下する。EVOは排気行程開始時期であるBDC近傍に設定される。これより進角側に設定されると、燃焼ガスがピストンへ仕事をすることなく、排気管へ排出されることとなるので、トルクが減少するとともに、排気温度が上昇する。一方、EVOをBDCより遅角側に設定すると、排気行程で排出されるべき燃焼ガスが、再度ピストン圧縮を受け、高温高压化した後に排気管へ排出されるため、トルクが減少するとともに、排気温度が上昇する。EGRクーラにて十分に冷却を行った燃焼ガスを、循環させて再度吸気へ導入する外部EGRを行うと、断熱火炎温度が低下するため、外部EGR率を増加するにしたがって排気温度は低下する。ターボ過給機の下流に位置する排気浄化触媒上流の排気温度を推定するには、排ガスがターボ過給機になす仕事を考慮する必要がある。排ガスがターボ過給機になす仕事は過給圧で概ね説明することができ、過給圧が増加するほど、ターボ過給機下流温度は低下する。

20

30

【0023】

図6は、点火時期と当量比とEVOと外部EGR率と過給圧の影響を考慮して排気温度を推定する手段を説明するための図である。ブロック601では、回転速度と充填効率にもとづき、基準排気温度を演算する。ブロック602では、回転速度と充填効率にもとづき、基準点火時期を演算する。ブロック603では、上記基準点火時期における排気温度と現在の点火時期における排気温度にもとづき、点火時期による排気温度変化率を演算する。ブロック604では、回転速度と充填効率にもとづき、基準当量比を演算する。ブロック605では、上記基準当量比における排気温度と現在の当量比における排気温度にもとづき、当量比による排気温度変化率を演算する。ブロック606では、回転速度と充填効率にもとづき、基準EVOを演算する。ブロック607では、上記基準EVOにおける排気温度と現在のEVOにおける排気温度にもとづき、EVOによる排気温度変化率を演算する。ブロック608では、回転速度と充填効率にもとづき、基準EGR率を演算する。ブロック609では、上記基準EGR率における排気温度と現在のEGR率における排気温度にもとづき、EGR率による排気温度変化率を演算する。ブロック610では、回転速度と充填効率にもとづき、基準過給圧を演算する。ブロック611では、上記基準過給圧における排気温度と現在の過給圧における排気温度にもとづき、過給圧による排気温度変化率を演算する。点火時期、当量比、EVO、EGR率および過給圧に関する排気温度変化率を基準排気温度に乗じることで、現在の排気温度を精度よく推定することができる。ブロック612では、現在の内燃機関の運転状態が、ファイアリング状態か燃料カット状態かを判別し、ファイアリング時には上記排気温度を出力し、燃料カット時には大気

40

50

温度を出力することで、非燃焼状態を含む過渡条件下の排気温度推定を可能とした。

【 0 0 2 4 】

図 7 は、排気デバイスの熱のダイナミクスを説明するための図である。排気デバイスには、排気管、ターボ過給機のタービン翼、排気浄化触媒などを設定することができる。排気デバイスの熱のダイナミクスを考慮して排気デバイス温度を推定するにあたって、上記排気デバイス内流れを一次元の円管内流れで代替することができる。一次元円管内流れのエネルギーに関する支配方程式は図 7 中の式 (a) で表される。これによれば排気温度は、管内を流れる作動流体から管壁面へ伝達する熱量から、管壁面から大気中へ伝達する熱量を差し引いて求まる熱量変化率に、排気デバイスの熱容量と質量とを考慮して求めることができる。円管内周りの流れは、内燃機関の停止時や車両停止時などを除いて乱流場であるため、乱流熱伝達量を精度良く推定するために、吸入空気量や車速の影響を考慮した。

10

【 0 0 2 5 】

図 8 は、排気デバイス温度を推定する手段を説明するための図である。ブロック 8 0 1 では、式 (b) にもとづき、エアフローセンサで検出される吸入空気量と、図 6 で求められた排気温度と排気デバイス温度の前回値を用いて、管内を流れる作動流体から管壁面へ伝達する熱量が求められる。ブロック 8 0 2 では、式 (c) にもとづき、車速と大気温度と排気デバイス温度の前回値を用いて、管壁面から大気中へ伝達する熱量が求められる。ブロック 8 0 3 では、管内を流れる作動流体から管壁面へ伝達する熱量から、管壁面から大気中へ伝達する熱量を差し引いて求まる熱量変化率に、排気デバイスの熱容量と質量とを考慮して排気デバイス温度が求められる。図 8 左下には吸入空気量と、管内を流れる作動流体と管壁面との乱流熱伝達率との関係を、図 8 右下には、車速と、管壁面と大気との乱流熱伝達率との関係を、それぞれ示す。吸入空気量および車速が増すにしたがって乱流熱伝達率は増加する傾向を示す。実用運転の範囲では、管内を流れる作動流体と管壁面との乱流熱伝達率が、管壁面と大気との乱流熱伝達率に比して大きい。また、内燃機関の停止時や車両停止時などは円管内周りの流れは層流状態を示すため、乱流熱伝達率に代えて層流熱伝達率を適用する。以上述べたような構成とすることで、回転速度、充填効率、点火時期、当量比、EVO、外部 EGR 率、過給圧、吸入空気量、大気温度および車速の影響を考慮して、図 3 に示した様な、排気デバイス温度の過渡挙動を精度良く推定することができる。また、一次遅れ系の伝達関数で求めるのと比較して、運転条件毎に時定数やゲイン定数の適合する必要がなく、時定数やゲイン定数を格納するマップのメモリ容量を低減することができる。

20

30

【 0 0 2 6 】

図 9 は、排気デバイスの過渡温度推定値を用いて燃料噴射量の過渡補正を行う手段を説明するための図である。ブロック 9 0 1 では、回転速度、充填効率、点火時期、当量比、EVO、外部 EGR 率および過給圧の影響を考慮して、排気温度を推定する。ブロック 9 0 2 では、上記排気温度と、吸入空気量、大気温度および車速の影響を考慮して排気デバイス温度の過渡挙動を推定する。ブロック 9 0 3 では、回転速度と充填効率にもとづき、排気デバイスの定常温度を推定する。排気デバイスの定常温度には、排気デバイスの上限温度が設定されている。上記排気デバイスの過渡温度が定常温度に比して小さいとき、排気デバイス温度はその上限温度には達していない。ブロック 9 0 4 では、回転速度と充填効率にもとづき当量比が演算され、上記排気デバイスの過渡温度と定常温度との差にもとづき上記当量比が理論空燃比側に補正される。

40

【 0 0 2 7 】

図 10 は、排気デバイス温度抑制に燃料のリッチ制御のみを行う内燃機関において、排気デバイスの過渡温度推定値を用いて燃料噴射量の過渡補正を行った場合の、燃費低減メカニズムを説明するための図である。同図には、運転動作点が A 点から B 点へと変化した際の、当量比、排気温度および排気デバイス温度の時間的变化を示している。運転動作点が A 点から B 点へと変化した直後には、排気デバイス温度は上限値には達していないため、直ちに燃料のリッチ制御による排気温度抑制を行う必要がない。そのため、排気デバイス温度が上限値に達していない期間は、当量比を理論空燃比に過渡補正することができ、

50

無駄な燃料噴射を抑えることができる。当量比の過渡補正期間中は排気温度が上昇するため、排気デバイス温度の上昇速度が大きくなる。本発明のシステムでは、当量比が排気温度に与える影響を考慮して排気デバイスの過渡温度を精度良く推定できるので、排気デバイスの過剰な温度上昇による劣化や損傷なく、低燃費運転を実現することができる。

【0028】

図11は、排気デバイス温度抑制に燃料のリッチ制御と外部EGR導入を行う内燃機関において、排気デバイスの過渡温度推定値を用いて燃料噴射量の過渡補正を行った場合の、燃費低減メカニズムを説明するための図である。同図には、運転動作点がA点からB点へと変化した際の、当量比，外部EGR率，排気温度および排気デバイス温度の時間的変化を示している。図10と同様に、運転動作点がA点からB点へと変化した直後には、排気デバイス温度は上限値には達していないため、当量比を理論空燃比に過渡補正する。当量比の過渡補正期間中は排気温度が上昇するが、外部EGRを導入し排気温度上昇が抑えられるため排気デバイス温度の上昇速度は、外部EGR導入を行わない場合と比較して小さい。外部EGRを導入することによって当量比の過渡補正期間を長期化することができる。排気デバイス温度が上限値に達した後も、当量比のリッチ化を相対的に抑えることができる。そのため、外部EGR導入と当量比の過渡補正を行うことで、更なる低燃費運転を実現することができる。本発明のシステムでは、当量比と外部EGRが排気温度に与える影響を考慮して排気デバイスの過渡温度を精度良く推定できるので、排気デバイスの過剰な温度上昇による劣化や損傷なく、低燃費運転を実現することができる。

【0029】

図12は、バルブの作動角，リフトおよび位相を同時に変化させることができる可変バルブ機構を排気バルブに備えた場合のバルブリフトパターンを説明する図である。図12上に示す可変バルブでは、排気バルブにバルブリフトを連続的に可変とするリフト可変機構と、位相を連続的に可変とする位相可変機構とを組合わせて用いている。本リフト可変機構では、バルブ作動角が増加するにしたがって最大リフトが増加する図12下に示すような関係を有している。上述のような可変バルブ機構を排気バルブに適用することで、バルブ開時期(EVO)をBDCより進角側で変化させつつ、バルブ閉じ時期(EVC)をTDC近傍で固定している。EVCはすきま容積に起因した内部EGR量の大小に強い影響を有しているため、EVCを固定することで内部EGR量を大きく変化させることなく、排気温度のみを制御することができる。

【0030】

図13は、点火時期の遅角化とEVOの進角化による排気昇温方法を説明するための図である。点火時期を遅角化するほど排気温度が増加する一方で、燃焼サイクル変動に起因してトルク変動が増す傾向がある。また、EVOを進角化しても排気温度が上昇するが、トルク変動率の増加はほとんどみられない。排気浄化触媒が活性化温度に達していない始動直後の暖機期間中は、点火時期を遅角化することで排気温度を上昇させて触媒の早期活性化を図る。しかしながら、点火時期を過剰に遅角化すると運転性の悪化を生じるため、点火時期の遅角化のみで更なる触媒早期活性化を図ること(図13中のo点 p点に相当)は困難である。本発明の実施形態のシステムでは、点火時期の遅角化に加えて、EVCをTDC近傍に固定しつつEVOを進角する制御を加えることで、トルク変動率を許容限界内に抑えた状態で、排気温度を更に上昇させること(図13中のo点 q点に相当)ができ、排気浄化触媒の早期活性化を実現している。

【0031】

図14は、排気デバイスの過渡温度推定値を用いて点火時期とEVOを過渡補正する排気昇温手段を説明するための図である。ブロック1401では、回転速度，充填効率，点火時期，当量比，EVO，外部EGR率および過給圧の影響を考慮して、排気温度を推定する。ブロック1402では、上記排気温度と、吸入空気量，大気温度および車速の影響を考慮して排気デバイス温度の過渡挙動を推定する。排気デバイス温度の下限界には触媒活性化温度の下限界が設定されている。上記排気デバイスの過渡温度が排気デバイス温度の下限界に比して小さいとき、排気デバイス温度をより早く触媒活性化温度に到達させる

べく、点火時期とEVOの過渡補正を行う。ブロック1403では、回転速度と充填効率にもとづき点火時期が演算され、上記排気デバイスの過渡温度と排気デバイス温度の下限界との差にもとづき上記点火時期が遅角補正される。ブロック1404では、回転速度と充填効率にもとづきEVOが演算され、上記排気デバイスの過渡温度と排気デバイス温度の下限界との差にもとづき上記EVOが進角補正される。

【0032】

図15は、始動直後の排気浄化触媒が活性温度に達していない場合に、排気昇温手段を用いて点火時期とEVOの過渡補正を行った場合の、触媒早期活性化メカニズムを説明するための図である。同図には、始動直後の、当量比、排気温度および排気デバイス温度の時間的变化を示している。排気デバイス温度が触媒活性化温度の下限界に達していないと判断されると、点火時期の遅角化に加えてEVOの進角化が行われるため、EVOの進角化が行われない場合と比較して排気温度が高温化するとともに、排気デバイス温度が触媒活性化温度に達するまでの暖機期間を早期化することができる。

10

【0033】

図16は、本発明の実施の形態2の構成を説明する図である。本実施形態のシステムは内燃機関1を備えている。内燃機関1には吸気流路および排気流路が連通している。吸気流路にはエアフローセンサおよび吸気温度センサ2が組付けられている。エアフローセンサ2の下流には、吸気流路を絞りシリンダに流入する吸入空気量を制御するためのスロットルバルブ6が備えられている。スロットルバルブ6はアクセル踏量とは独立にスロットル開度を制御することができる電子制御式スロットルバルブである。スロットルバルブ6の下流には吸気マニホールド7が連通している。吸気マニホールド7の下流には、吸気ポート内に燃料を噴射する燃料噴射弁10が配置されている。内燃機関1は、バルブの開閉位相と最大リフトを連続的に可変とする可変バルブ機構11および12を、吸気バルブおよび排気バルブにそれぞれ備えている。可変バルブ機構には、バルブの開閉位相と最大リフトまたは作動角を検知するためのセンサ13および14が、吸気バルブおよび排気バルブにそれぞれ組付けられている。シリンダヘッド部にはシリンダ内に電極部を露出させた点火プラグ15が組付けられている。さらにシリンダにはノックの発生を検知するノックセンサ16が組付けられている。クランク軸にはクランク角度センサ17が組付けられている。クランク角度センサ17から出力される信号にもとづき、内燃機関1の回転速度を検出することができる。排気流路には空燃比センサ18が組付けられており、空燃比センサ検出結果にもとづき燃料噴射弁10より供給される燃料噴射量が理論空燃比となるように、フィードバック制御が行われる。空燃比センサ18の下流には、排気浄化触媒19が設けられており、一酸化炭素、窒素酸化物および未燃炭化水素などの有害排出ガス成分が触媒反応によって浄化される。排気浄化触媒19の下流には排気熱交換器25が備えられている。排気熱交換器25では、排気のもつ熱エネルギーが排気熱交換器25を通して熱媒へと伝えられる。また、上記熱媒の温度調整を行うためのサーモスタット26が組付けられている。熱媒が受け取った熱量は空調や給湯などに利用される。クランク軸には発電機27が組付けられており、内燃機関1からの軸出力は発電機27によって電力に変換される。本実施形態のシステムは図16に示すようにECU(Electronic Control Unit)24を備えている。ECU24には、上述した各種センサが接続されている。スロットルバルブ6、燃料噴射弁10、可変バルブ機構11および12、発電機27などのアクチュエータはECU24により制御されている。

20

30

40

【0034】

図17は、バルブの作動角、リフトおよび位相を同時に変化させることができる可変バルブ機構を吸気バルブおよび排気バルブに備えた場合のバルブ制御方法を説明する図である。図17上に示す可変バルブでは、吸気バルブにバルブリフトを連続的に可変とするリフト可変機構と、位相を連続的に可変とする位相可変機構とを組合わせて用いることによって、バルブ開時期(IVO)をTDC近傍で固定しつつ、バルブ閉時期(IVC)をBDCより遅角側で変化させている。従来のスロットルバルブが主体となって充填効率を制御する内燃機関では、吸気バルブの上流負圧をスロットルバルブによる絞りで調整するた

50

め、ポンプ損失による燃費悪化が問題となる。上述のような可変バルブ機構を吸気バルブに適用することで、吸気バルブの上流圧を絞ることなく、I V Cによって吸気量を制御することができるので、上記ポンプ損失にともなう燃費悪化を抑制することができる。I V Cを早期化することによって、ピストン圧縮量をピストン膨張量と比較して相対的に小さくすることができるので、ポンプ損失の低減に加えてミラーサイクル効果による燃費向上効果も期待できる。図17下に示す可変バルブでは、排気バルブにバルブリフトを連続的に可変とするリフト可変機構と、位相を連続的に可変とする位相可変機構とを組合わせて用いることによって、バルブ開時期(E V O)をB D Cより進角側で変化させつつ、バルブ閉じ時期(E V C)をT D C近傍で固定している。上述のような可変バルブ機構を排気バルブに適用することで、内部E G R量を大きく変化させることなく、排気温度を制御することができる。

10

【0035】

図18は、I V C, E V Oおよび点火時期を変化させた場合の熱・電力供給量の変化を説明するための図である。I V OをT D C近傍に固定させつつ、I V Cのみを変化させると、I V Cを進角化するほど熱供給量と電力供給量の総和は減少する。また、熱供給量と電力供給量との比である熱電比は概ね一定値を示す。E V CをT D C近傍に固定させつつ、E V Oのみを変化させると、熱供給量と電力供給量の総和は変化しないが、E V Oが進角するほど電力供給量が減少し、熱供給量が増加する。I V O, I V C, E V OおよびE V Cを固定し、点火時期のみ変化させると、熱供給量と電力供給量の総和は変化しないが、点火時期を遅角化するほど電力供給量が減少し、熱供給量が増加する。本実施の形態のシステムでは、可変バルブ機構と点火時期を制御することによって、熱供給量と電力供給量の総和や熱電比を可変化することができ、電力需要と熱需要の変化に応じて、総合効率の観点から、内燃機関をより好適な運転動作点に制御することができる。

20

【0036】

図19は、排気熱交換器の過渡温度推定値を用いて、点火時期, E V OおよびI V Cを過渡補正する手段を説明するための図である。ブロック1901では、回転速度, 充填効率, 点火時期およびE V Oの影響を考慮して、排気温度を推定する。ブロック1902では、上記排気温度と、吸入空気量, 熱媒温度および熱媒流量の影響を考慮して排気熱交換器温度の過渡挙動を推定する。上記排気熱交換器温度の現在値が排気熱交換器温度の目標値に比して小さいとき、排気熱交換器温度をより早く目標温度に到達させるべく、点火時期, E V OおよびI V Cの過渡補正を行う。ブロック1903では、回転速度と充填効率にもとづき点火時期が演算され、上記排気熱交換器温度の現在値と目標値との差にもとづき上記点火時期が遅角補正される。ブロック1904では、回転速度と充填効率にもとづきE V Oが演算され、上記排気熱交換器温度の現在値と目標値との差にもとづき上記E V Oが進角補正される。ブロック1905では、回転速度と充填効率にもとづきI V Cが演算され、上記排気熱交換器温度の現在値と目標値との差にもとづき上記I V Cが遅角補正される。

30

【0037】

図20は、熱需要がステップ状に増加した場合に、点火時期, E V OおよびI V Cの過渡補正を行った場合の熱供給の応答性向上メカニズムを説明するための図である。同図には、電力需要が一定の状態に熱需要がステップ状に増加した直後の、I V C, E V O, 点火時期, 排気温度および排気熱交換器温度の時間的变化を示している。排気熱交換器温度の現在値が排気熱交換器温度の目標値に達していないと判断されると、点火時期の遅角化に加えてE V Oの進角化が行われるため、排気熱交換器温度が目標温度に達するまでの期間を早期化することができる。また、点火時期の遅角補正とE V Oの進角補正に応じて、I V Cが遅角補正するので、急変する熱需要に迅速に対応するとともに電力量を一定に保持することができる。

40

【符号の説明】

【0038】

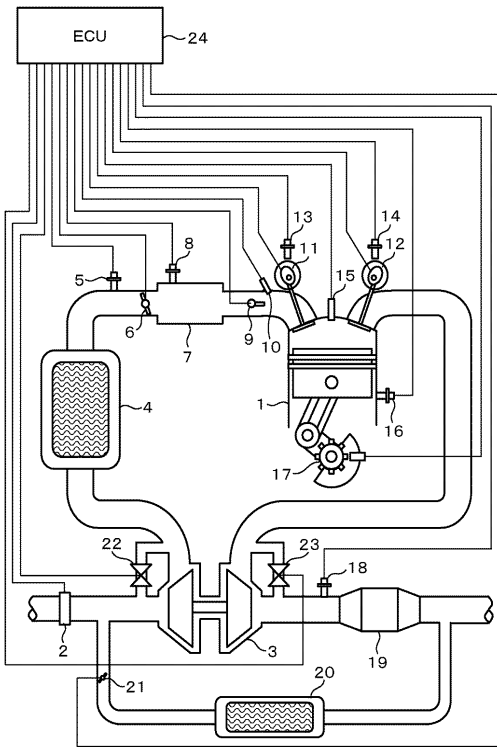
1 内燃機関

50

2	エアフローセンサおよび吸気温度センサ	
3	ターボ過給機	
4	インタークーラ	
5	過給温度センサ	
6	スロットルバルブ	
7	吸気マニホールド	
8	過給圧センサ	
9	タンブルコントロールバルブ	
10	燃料噴射弁	
11	吸気可変バルブ機構	10
12	排気可変バルブ機構	
13	吸気可変バルブ位相およびリフトセンサ	
14	排気可変バルブ位相およびリフトセンサ	
15	点火プラグ	
16	ノックセンサ	
17	クランク角度センサ	
18	空燃比センサ	
19	排気浄化触媒	
20	EGRクーラ	
21	外部EGRバルブ	20
22	エアバイパスバルブ	
23	ウェストゲートバルブ	
24	ECU	
25	排気熱交換器	
26	サーモスタット	
27	発電機	

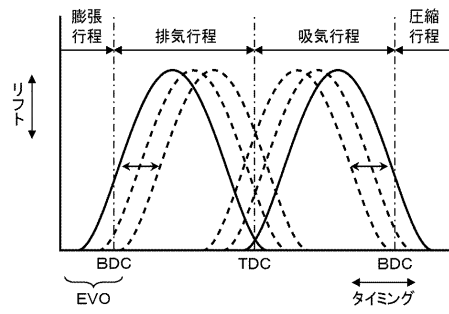
【 図 1 】

図 1



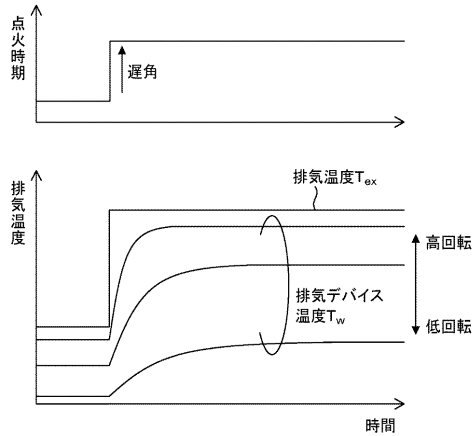
【 図 2 】

図 2



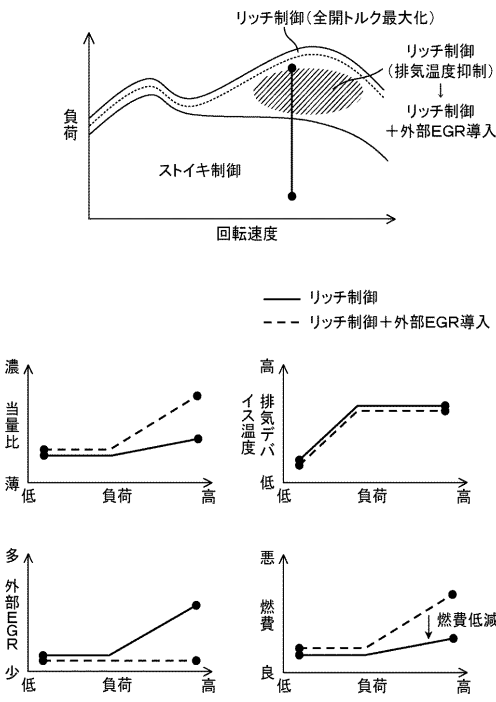
【 図 3 】

図 3



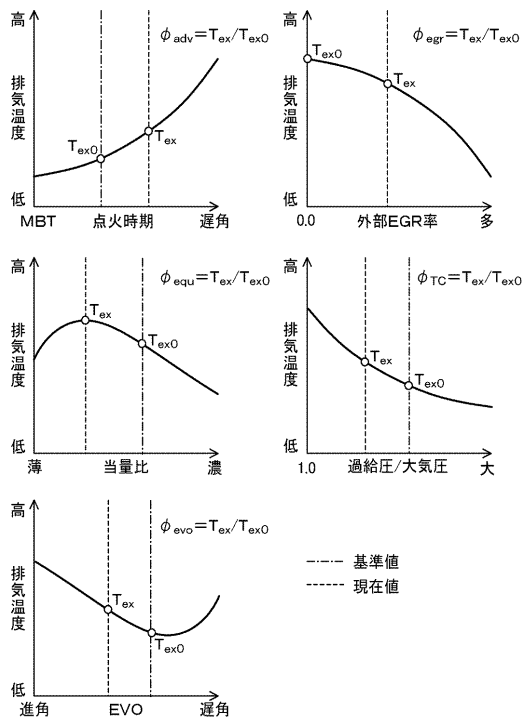
【 図 4 】

図 4



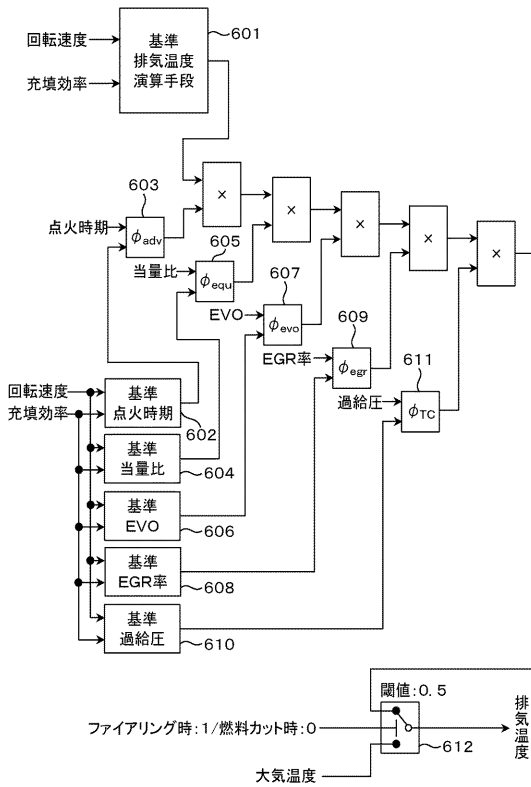
【 図 5 】

図 5



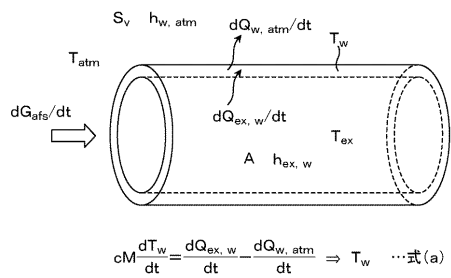
【 図 6 】

図 6



【 図 7 】

図 7

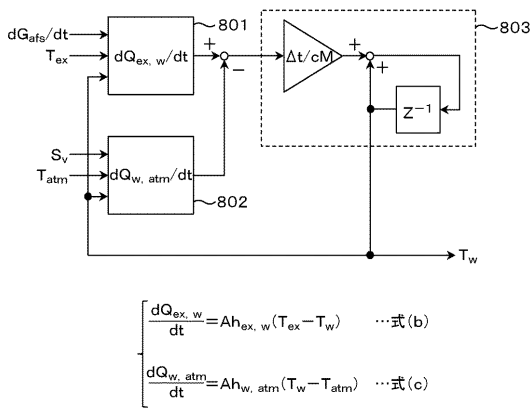


$$cM \frac{dT_w}{dt} = \frac{dQ_{ex, w}}{dt} - \frac{dQ_{w, atm}}{dt} \Rightarrow T_w \dots \text{式(a)}$$

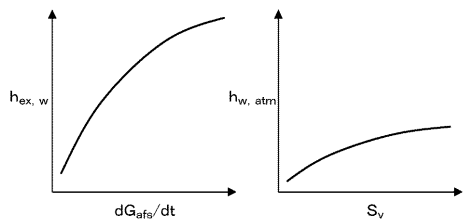
- T_{ex} : 排気温度
- T_w : 排気デバイス温度
- T_{atm} : 大気温度
- dG_{afs}/dt : 吸入空気量
- S_v : 車速
- A : 排気デバイス表面積
- c : 排気デバイス熱容量
- M : 排気デバイス質量
- $h_{ex, w}$: 排気デバイス内部熱伝達係数
- $h_{w, atm}$: 排気デバイス外部熱伝達係数
- $dQ_{w, atm}/dt$: 排気デバイス内部熱伝達量
- $dQ_{ex, w}/dt$: 排気デバイス外部熱伝達量

【 図 8 】

図 8

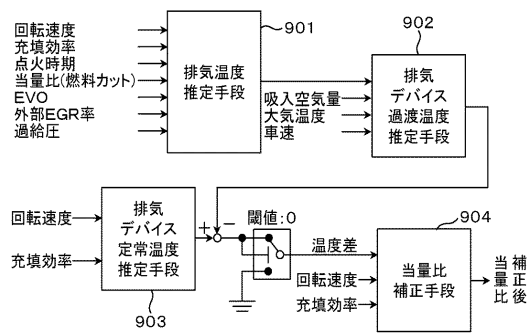


$$\begin{cases} \frac{dQ_{ex, w}}{dt} = Ah_{ex, w}(T_{ex} - T_w) \dots \text{式(b)} \\ \frac{dQ_{w, atm}}{dt} = Ah_{w, atm}(T_w - T_{atm}) \dots \text{式(c)} \end{cases}$$



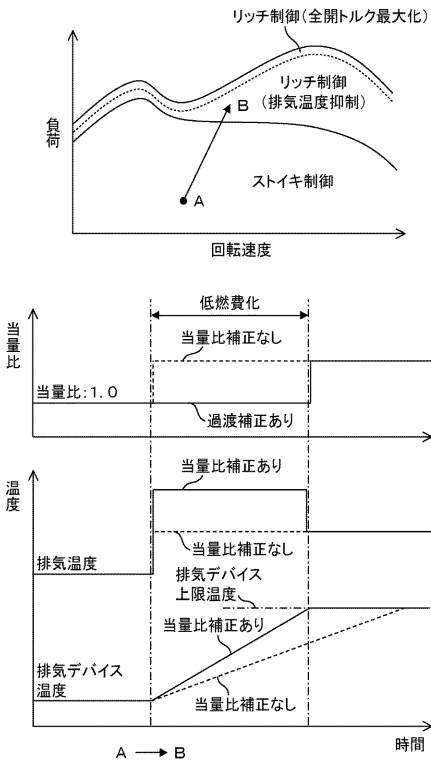
【 図 9 】

図 9



【図 1 0】

図 10



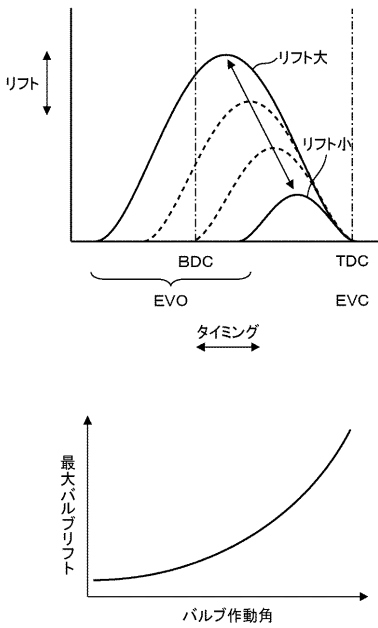
【図 1 1】

図 11



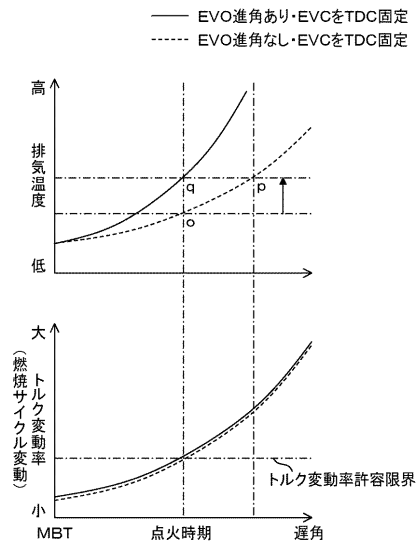
【図 1 2】

図 12



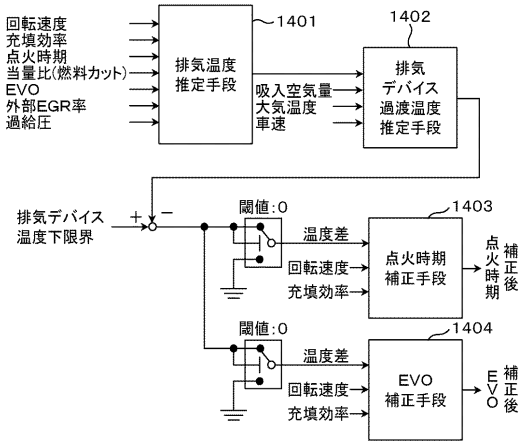
【図 1 3】

図 13



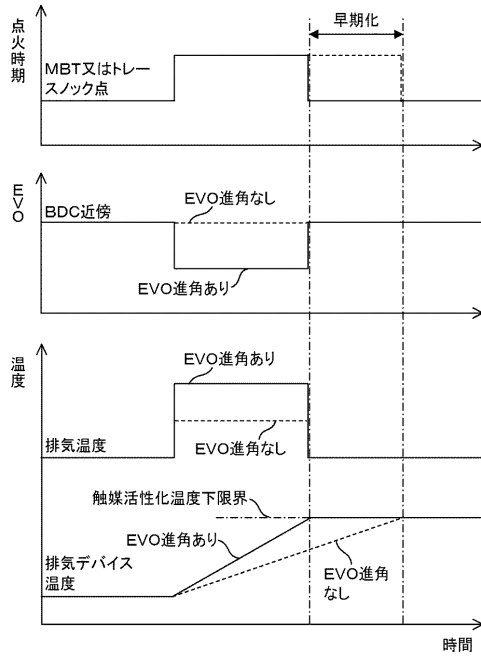
【 図 1 4 】

図 14



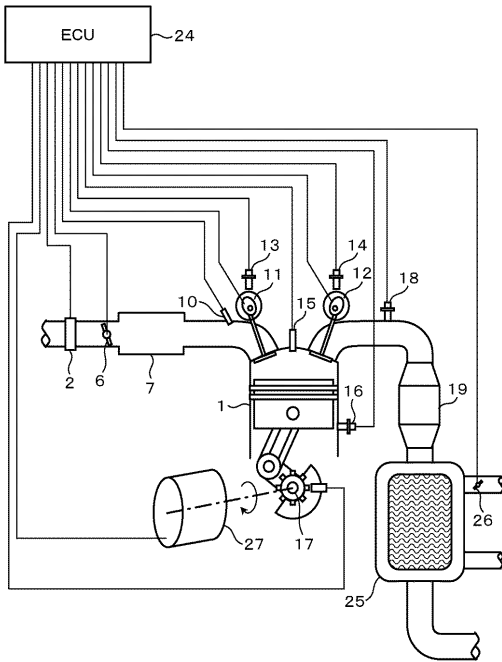
【 図 1 5 】

図 15



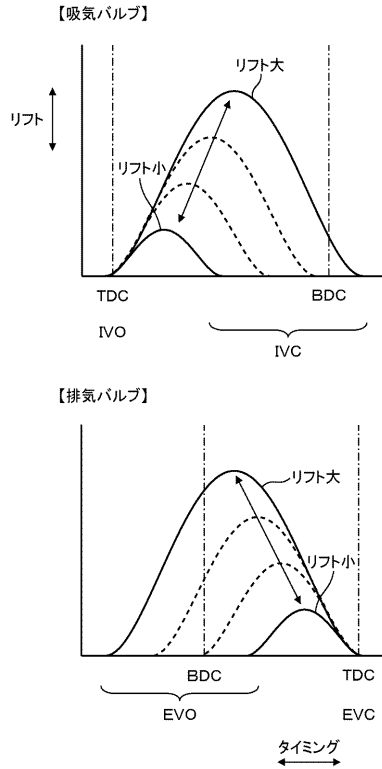
【 図 1 6 】

図 16



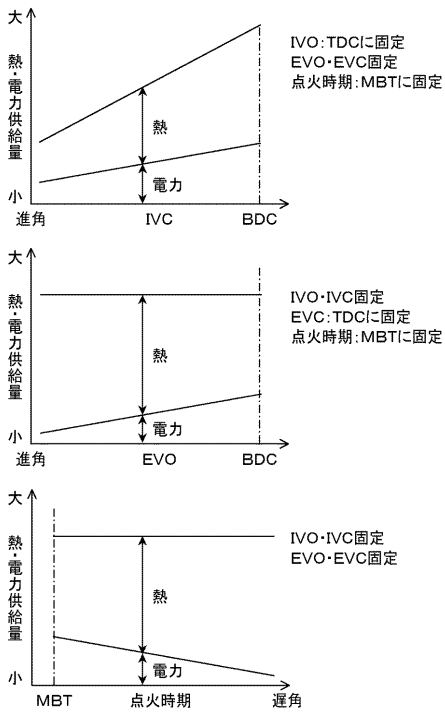
【 図 1 7 】

図 17



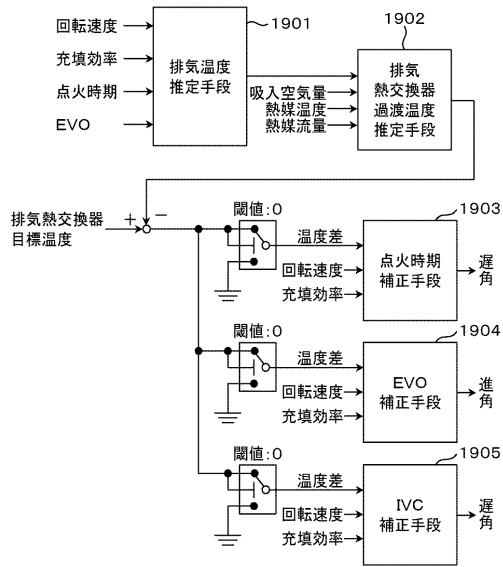
【 図 1 8 】

図 18



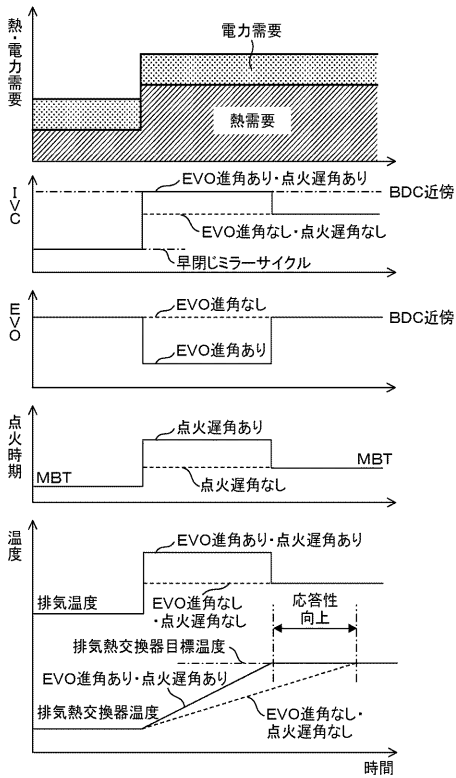
【 図 1 9 】

図 19



【 図 2 0 】

図 20



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
F 0 2 P 5/15 (2006.01)	F 0 2 D 45/00	3 1 2 R
	F 0 2 D 45/00	3 6 0 C
	F 0 2 D 41/04	3 0 5 B
	F 0 2 D 21/08	3 0 1 C
	F 0 2 D 21/08	3 0 1 A
	F 0 2 D 13/02	J
	F 0 2 D 13/02	H
	F 0 2 P 5/15	B

Fターム(参考)	3G022	AA05	AA10	DA02	EA04	GA01	GA05	GA06	GA07	GA08	GA10
		GA11	GA13	GA19							
	3G092	AA01	AA11	AA17	AA18	BA04	BA09	DA03	DB03	DC09	EA01
		EA03	EA04	EA05	EA09	HA13Z	HA16Z	HA18Z	HC09X	HD01Z	HD02Z
		HD07X	HE01Z								
	3G301	HA01	HA11	HA19	LA07	MA01	ND04	NE01	NE11	NE12	NE13
		PA16Z	PD11Z	PD12Z	PD15A	PE01Z	PE09Z	PE10Z			
	3G384	AA01	BA09	BA24	BA26	BA27	EB01	EB03	EB04	EB05	EB17
		FA11Z	FA37Z	FA45Z	FA46Z	FA48Z	FA49Z	FA52Z	FA56Z		