

(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2013-238111

(P2013-238111A)

(43) 公開日 平成25年11月28日(2013.11.28)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>FO2D 41/34 (2006.01)</b>	FO2D 41/34 L	3G301
<b>FO2D 41/32 (2006.01)</b>	FO2D 41/32 C	3G384
<b>FO2D 45/00 (2006.01)</b>	FO2D 45/00 368Z	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-109366 (P2012-109366)  
 (22) 出願日 平成24年5月11日 (2012.5.11)

(71) 出願人 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 100106150  
 弁理士 高橋 英樹  
 (74) 代理人 100082175  
 弁理士 高田 守  
 (74) 代理人 100113011  
 弁理士 大西 秀和  
 (72) 発明者 細谷 孝伸  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 (72) 発明者 川合 孝史  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

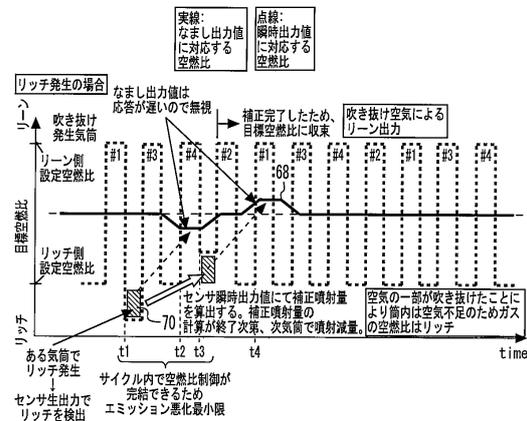
(54) 【発明の名称】 内燃機関の空燃比制御装置

(57) 【要約】

【課題】この発明は、スカベンジ領域において、空燃比フィードバック制御の応答性を向上させることのできる内燃機関の空燃比制御装置を提供することを目的とする。

【解決手段】排気通路に空燃比センサを備える。機関運転状態が気筒内が掃気されるスカベンジ領域にないときには、実空燃比を目標空燃比に一致させるように、前記空燃比センサから逐次出力される瞬時値になまし処理を施したなまし出力値に対応する空燃比と前記目標空燃比との差分に基づいて、各気筒の燃料噴射量を補正する。機関運転状態が前記スカベンジ領域にあるときには、実空燃比を前記目標空燃比に一致させるように、前記瞬時値に対応する空燃比と前記目標空燃比との差分に基づいて算出される補正噴射量によって各気筒の燃料噴射量を補正する。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

空燃比センサを排気通路に備える内燃機関の空燃比制御装置において、  
 機関運転状態が気筒内が掃気されるスカベンジ領域にないときには、実空燃比を目標空燃比に一致させるように、前記空燃比センサから逐次出力される瞬時値になまし処理を施したなまし出力値に対応する空燃比と前記目標空燃比との差分に基づいて、各気筒の燃料噴射量を補正する非スカベンジ領域空燃比制御手段と、

機関運転状態が前記スカベンジ領域にあるときには、実空燃比を前記目標空燃比に一致させるように、前記瞬時値に対応する空燃比と前記目標空燃比との差分に基づいて算出される補正噴射量によって各気筒の燃料噴射量を補正するスカベンジ領域空燃比制御手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

10

## 【請求項 2】

前記スカベンジ領域空燃比制御手段は、

機関運転状態が前記スカベンジ領域にあるときの燃料噴射量に対する前記補正噴射量による補正が、前記補正噴射量の算出の完了直後に燃料噴射量が決定される気筒の燃料噴射量から開始されること、を特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の空燃比制御装置。

## 【請求項 3】

前記スカベンジ領域空燃比制御手段は、

機関運転状態が前記スカベンジ領域にあるときに前記瞬時値に対応する空燃比が設定空燃比よりもリーンである場合、前記補正噴射量の算出の完了直後に排気行程となる気筒において該排気行程中に噴射された燃料が前記排気通路に排出されるタイミングで前記補正噴射量に対応する量の燃料を噴射すること、を特徴とする請求項 1 又は 2 記載の内燃機関の空燃比制御装置。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、内燃機関の空燃比制御装置に係り、特に、車両に搭載される内燃機関の制御を実行するのに好適な内燃機関の空燃比制御装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、例えば特許文献 1 に開示されるように、排気通路に配置された触媒の上流と下流とに空燃比センサを備えた内燃機関が知られている。また、特許文献 1 には、上流側空燃比センサで空燃比フィードバック制御を行うとともに、その空燃比フィードバック制御に使用する制御定数を、下流側空燃比センサ出力に基づいて修正することが開示されている。尚、出願人は、本発明に関連するものとして、上記の文献を含めて、以下に記載する文献を認識している。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開平 9 - 88683 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 175201 号公報

【特許文献 3】特開 2006 - 183553 号公報

【特許文献 4】特開 2006 - 194112 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

一般に、気筒間インバランス検出性やセンサ暖機性の観点から、空燃比センサをエキゾーストマニホールドに取り付けることが望ましい。また、上記従来の空燃比フィードバック制御では、実空燃比の荒れに対して、空燃比補正のハンチングを抑制するために、空燃比センサの出力値（瞬時値）に対してなまし処理を施すことがある。なまし処理を施した

40

50

なまし出力値に対応する空燃比と目標空燃比との差分から補正噴射量を算出し、これを反映することで燃料噴射量を補正することができる。

【0005】

ところで、筒内が掃気されるスカベンジ領域においては、新気の一部が排気通路に吹き抜けることによるリーンガスと、吹き抜け分だけ筒内の空気量が不足した状態で規定の燃料量が噴射されることによるリッチガスとが交互に空燃比センサに当たる。その結果、空燃比センサの出力値（瞬時値）は大きくリッチ/リーンを繰り返すこととなる。このようなスカベンジ領域において、空燃比フィードバック制御に上述のなまし処理に基づく補正噴射量を用いれば、その算出遅れから補正噴射量が反映される時期が大幅に遅れることが懸念される。その結果、空燃比フィードバック制御の応答性が悪化し、ひいてはエミッションが悪化するおそれがある。

10

【0006】

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、スカベンジ領域において、空燃比フィードバック制御の応答性を向上させることのできる内燃機関の空燃比制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

第1の発明は、上記の目的を達成するため、空燃比センサを排気通路に備える内燃機関の空燃比制御装置であって、

機関運転状態が気筒内が掃気されるスカベンジ領域にないときには、実空燃比を目標空燃比に一致させるように、前記空燃比センサから逐次出力される瞬時値になまし処理を施したなまし出力値に対応する空燃比と前記目標空燃比との差分に基づいて、各気筒の燃料噴射量を補正する非スカベンジ領域空燃比制御手段と、

20

機関運転状態が前記スカベンジ領域にあるときには、実空燃比を前記目標空燃比に一致させるように、前記瞬時値に対応する空燃比と前記目標空燃比との差分に基づいて算出される補正噴射量によって各気筒の燃料噴射量を補正するスカベンジ領域空燃比制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0008】

また、第2の発明は、第1の発明において、

前記スカベンジ領域空燃比制御手段は、

30

機関運転状態が前記スカベンジ領域にあるときの燃料噴射量に対する前記補正噴射量による補正が、前記補正噴射量の算出の完了直後に燃料噴射量が決定される気筒の燃料噴射量から開始されること、を特徴とする請求項1記載の内燃機関の空燃比制御装置。

【0009】

また、第3の発明は、第1又は第2の発明において、

前記スカベンジ領域空燃比制御手段は、

機関運転状態が前記スカベンジ領域にあるときに前記瞬時値に対応する空燃比が設定空燃比よりもリーンである場合は、前記補正噴射量の算出の完了直後に排気行程となる気筒において該排気行程中に噴射された燃料が前記排気通路に排出されるタイミングで前記補正噴射量に対応する量の燃料を噴射すること、を特徴とする請求項1又は2記載の内燃機関の空燃比制御装置。

40

【発明の効果】

【0010】

この発明によれば、補正の遅れがエミッションに大きく影響を及ぼしてしまうスカベンジ領域において、空燃比フィードバック制御の応答性を向上させ、ひいてはエミッションの悪化を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施の形態1のシステム構成を説明するための概念構成図である。

【図2】スカベンジ領域において排気通路に排出されるガスの空燃比の変動について説明

50

するための図である。

【図 3】非スカベンジ領域における空燃比フィードバック制御について説明するための図である。

【図 4】スカベンジ領域において、なまし出力値を用いた空燃比フィードバック制御を実行した場合の問題点について説明するための図である。

【図 5】実施の形態 1 のシステムにおいて、スカベンジ領域で内燃機関から排出されるガスの全体的な空燃比がリッチとなる状態が発生した場合の制御例を説明するための図である。

【図 6】実施の形態 1 のシステムにおいて、スカベンジ領域で内燃機関から排出されるガスの全体的な空燃比がリーンとなる状態が発生した場合の制御例を説明するための図である。

【図 7】実施の形態 1 のシステムにおいて、ECU 50 が実行する制御ルーチンのフローチャートである。

【図 8】実施の形態 2 のシステムにおける特徴的制御の一例について説明するための図である。

【図 9】実施の形態 2 のシステムにおいて、ECU 50 が実行する制御ルーチンのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。尚、各図において共通する要素には、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

【0013】

実施の形態 1 .

[実施の形態 1 のシステム構成]

図 1 は、本発明の実施の形態 1 のシステム構成を説明するための概念構成図である。図 1 に示すシステムは、火花点火式の内燃機関（以下、単にエンジンとも記す。）10 を備えている。内燃機関 10 は、車両等に搭載され、その動力源とされる。図 1 に示す内燃機関 10 は、直列 4 気筒型であるが、本発明において、気筒数および気筒配置はこれに限定されるものではない。便宜上、以下の説明において、第 1 気筒～第 4 気筒をそれぞれ # 1 ～ # 4 と表記する。

【0014】

内燃機関 10 には、空気を筒内に取り込むための吸気通路 12 と、筒内から排気ガスを排出するための排気通路 14 とが接続されている。吸気通路 12 の入口近傍には、吸気通路 12 に吸入される空気の流量に応じた信号を出力するエアフローメータ 16 が設けられている。エアフローメータ 16 の下流には、過給機 18 のコンプレッサ 18 a が配置されている。過給機 18 は、コンプレッサ 18 a と一体的に連結され排気ガスの排気エネルギーによって作動するタービン 18 b を備えている。また、コンプレッサ 18 a は、タービン 18 b に入力される排気ガスの排気エネルギーによって回転駆動される。

【0015】

コンプレッサ 18 a の下流側の吸気通路 12 には、コンプレッサ 18 a により圧縮された空気を冷却するインタークーラ 20 が配置されている。インタークーラ 20 の下流には、吸気通路 12 を流れる空気量を調整するための電子制御式のスロットルバルブ 22 が配置されている。スロットルバルブ 22 の下流には、各気筒への空気の供給量を均等化するためのサージタンク 24 が設けられている。サージタンク 24 の下流には、気筒毎に吸気ポート 26 が設けられている。なお、サージタンク 24 と吸気ポート 26 は、吸気通路 12 の一部を構成している。

【0016】

吸気ポート 26 の近傍には、気筒（燃焼室）内に向けて吸気ポート 26 内に燃料をポート噴射するポートインジェクタ 28 が取付けられている。吸気通路 12 の下流端には、気筒内と吸気通路 12 との間を開閉する吸気バルブ 29 が設けられている。気筒内には、燃

10

20

30

40

50

料を気筒内に直接噴射する筒内インジェクタ30や、混合気に点火するための点火プラグ32が取付けられている。

【0017】

排気通路14の上流端には、気筒内と排気通路14との間を開閉する排気バルブ34が設けられている。各気筒の排気バルブ34の下流には、排気通路14の一部を構成するエキゾーストマニホールド35が設けられている。エキゾーストマニホールド35は下流で合流する。エキゾーストマニホールド35の合流部近傍には、通過するガスの空燃比に応じた信号を出力する空燃比センサ36が設けられている。合流後の排気通路14には、排気ガスのエネルギーによって回転するタービン18bが配置されている。タービン18bの下流には、排気ガス中の有害成分を浄化する触媒37が設けられている。触媒37として、例えば三元触媒が用いられる。

10

【0018】

本実施形態のシステムは、ECU(Electronic Control Unit)50を更に備えている。ECU50は、例えばROM、RAM等を含む記憶回路を備えた演算処理装置により構成されている。ECU50の入力側には、上述したエアフローメータ16、空燃比センサ36の他、クランク角及びエンジン回転数を検出するためのクランク角センサ52、サージタンク24内の圧力(以下、サージタンク圧力と記す。)を検出するための吸気圧力センサ54等の内燃機関10の運転状態を検出するための各種センサが接続されている。

【0019】

ECU50の出力側には、上述したスロットルバルブ22、ポートインジェクタ28、筒内インジェクタ30、点火プラグ32、可変バルブタイミング装置(以下、VVT(Variable Valve Timing)と記す。)56等の内燃機関10の運転状態を制御するための各種アクチュエータが接続されている。VVT56は、吸気バルブ29及び排気バルブ34の少なくとも一方のバルブタイミングを変更することができる。

20

【0020】

ECU50は、各種センサ出力に基づいて、所定のプログラムに従って各種アクチュエータを駆動させることにより、内燃機関10の運転状態を制御する。例えば、クランク角センサ52の出力に基づいてクランク角やエンジン回転数を算出し、エアフローメータ16の出力に基づいて吸入空気量を算出する。また、吸入空気量、エンジン回転数、吸気圧力等に基づいてエンジンの負荷(負荷率)を算出する。吸入空気量や負荷等に関するパラメータを含むマップ等から機関運転状態に応じた基本燃料噴射量(例えば、排気空燃比を目標空燃比とするための基本量)を取得する。基本燃料噴射量に基づいてポートインジェクタ28と筒内インジェクタ30の燃料噴射量を算出する。クランク角に基づいて燃料噴射時期や点火時期を決定する。そして、これらの時期が到来したときに、インジェクタ28、30及び点火プラグ32を駆動する。これにより、筒内で混合気を燃焼させ、内燃機関10を運転することができる。

30

【0021】

(スカベンジ領域における空燃比の変動について)

図2は、スカベンジ領域において排気通路14に排出されるガスの空燃比の変動について説明するための図である。ここで、スカベンジ領域とは、過給域かつバルブオーバーラップ領域であり、サージタンク圧力が排気圧力よりも高く、VVT56により気筒内を掃気可能なバルブオーバーラップ量が設定されている運転領域である。

40

【0022】

図2の(A)は、バルブオーバーラップ期間中の吸気行程を示す図である。VVT56により気筒内を掃気可能なバルブオーバーラップ量が設定されると、新気の一部が排気通路14に吹き抜ける。そのため、空燃比センサ36に到達するガスの空燃比はリーンとなる。そのため、空燃比センサ36の瞬時値に対応する空燃比はリーンとなる。

【0023】

図2の(B)は、バルブオーバーラップ期間経過後の吸気行程を示す図である。このとき、燃焼室内は、(A)で吹き抜けた空気量だけ空気が不足した状態にある。そのため、

50

筒内インジェクタ30から基本燃料噴射量に基づく燃料噴射量が噴射されると、筒内ガスの空燃比はリッチとなる。

【0024】

図2の(C)は、(B)後の排気行程を示す図である。筒内ガスの空燃比はリッチであるため、排気通路に排出されるガスの空燃比もリッチとなる。そのため、空燃比センサ36の瞬時値に対応する空燃比はリッチとなる。

【0025】

図2の(A)~(C)に示すように、スカベンジ領域では、エンジン10から排出されるガスの全体的な空燃比は目標空燃比であっても、空燃比センサ36の出力値に対応する空燃比は、リッチとリーンが繰り返されてしまう。

【0026】

[実施の形態1における特徴的制御]

このようなスカベンジ領域における空燃比の変動に鑑み、本発明の実施の形態1では、空燃比制御に関し、スカベンジ領域とスカベンジ領域以外の非スカベンジ領域とで異なった処理を実行する。本実施形態のシステムは、実空燃比と目標空燃比とを一致させるように、燃料噴射量を補正する空燃比フィードバック制御機能を有している。空燃比フィードバック制御機能では、吸入空気量や負荷に関するパラメータを含むマップ等から機関運転状態に応じた基本燃料噴射量を取得するルーチンとは別に、空燃比センサ36により検出された出力値に対応する空燃比と目標空燃比との差分に基づいて補正噴射量を算出するルーチンを有する。補正噴射量が算出されると、次の燃料噴射量・噴射タイミングの決定時まで、この補正噴射量が現在の機関運転状態に応じた基本燃料噴射量に反映され、基本燃料噴射量が補正される。

【0027】

(非スカベンジ領域における空燃比フィードバック制御)

非スカベンジ領域では、空燃比補正のハンチングを防止するために、空燃比センサ36から逐次出力される瞬時値の群になまし処理を施した出力値(以下、なまし出力値と記す。)が用いられ、なまし出力値に対応する空燃比と目標空燃比との差分に基づいて補正噴射量が算出される。この補正噴射量によって基本燃料噴射量が補正される。また、非スカベンジ領域では、全気筒の燃料噴射量が一律に補正される。

【0028】

図3は、非スカベンジ領域における空燃比フィードバック制御について説明するための図である。図3に示す60は、なまし出力値に対応する空燃比の変化を、62は、瞬時出力値(瞬時値)に対応する空燃比の変化を表している。時刻t1で空燃比センサ36が突発的に目標空燃比よりもリッチ側の空燃比に対応する瞬時値を出力後、なまし出力値は遅れて算出される。そのため、なまし出力値を用いる場合には、補正噴射量の反映が遅れる。しかしながら、非スカベンジ領域では、燃焼ガスのみが空燃比センサ36に当たるため、なまし出力値に対応する空燃比は目標空燃比近傍で推移する。そのため、空燃比は目標空燃比から大きく離れず、エミッションへの影響は小さい。このような空燃比フィードバック制御によれば、非スカベンジ領域において、なまし出力値を用いて空燃比補正のハンチングを抑制しつつ、実空燃比を目標空燃比に一致させることができる。

【0029】

(スカベンジ領域における空燃比フィードバック制御)

一方、スカベンジ領域において、非スカベンジ領域と同様になまし出力値を用いた空燃比フィードバック制御を実行すると次のような問題が生じる。

【0030】

図4は、スカベンジ領域において、空燃比フィードバック制御になまし出力値を用いる場合の問題点を説明するための図である。図4に示す64は、なまし出力値に対応する空燃比の変化を、66は瞬時出力値(瞬時値)に対応する空燃比の変化を、#1~#4は吹き抜け発生気筒を表している。スカベンジ領域において、時刻t1で検出された瞬時値に関し、その空燃比は空気の吹き抜けにより元々センサ出力に対応する空燃比と目標空燃比

10

20

30

40

50

とが乖離している状態からさらにリッチ側にずれている。空燃比フィードバック制御になまし出力値を用いる場合、なまし処理が加わるため補正噴射量の反映が遅い。さらに全気筒一律で補正するため空燃比補正自体も時間がかかってしまう。

#### 【0031】

スカベンジ領域では非スカベンジ領域とは異なり、空燃比が目標空燃比から大きく離れてしまうため、補正の遅れがエミッションに大きく影響を及ぼしてしまう。そのため、空燃比フィードバック制御の応答性を高めて、早期にエミッションの低減を図ることが望まれる。

#### 【0032】

そこで、本実施形態のシステムでは、スカベンジ領域では、実空燃比と目標空燃比とを一致させるように、空燃比センサ36の瞬時値に対応する空燃比と目標空燃比との差分に基づいて補正噴射量を算出する。そして、この補正噴射量の算出の完了直後に燃料噴射量が決定される気筒（以下、単に「次気筒」、「次々気筒」とも記す。）の基本燃料噴射量をこの補正噴射量で補正することとした。これによれば、なまし出力値を用いるよりも早期に補正噴射量を反映させることができる。その結果、空燃比フィードバック制御の応答性を高めて、早期にエミッションの低減を図ることが可能となる。

#### 【0033】

（スカベンジ領域における空燃比フィードバック制御の具体例）

より具体的に、スカベンジ領域における空燃比フィードバック制御の例について図5、図6を用いて説明する。図5は、スカベンジ領域でエンジン10から排出されるガスの全体的な空燃比がリッチとなる状態が発生した場合の制御例を説明するための図である。図5に示す68は、なまし出力値に対応する空燃比の変化を、70は瞬時出力値（瞬時値）に対応する空燃比の変化を、#1～#4は吹き抜け発生気筒を表している。

#### 【0034】

上述したように吹き抜け発生気筒の排気行程では、元々目標空燃比と乖離したリッチな空燃比の燃焼ガスが空燃比センサ36に当たるところ、時刻 $t_1$ においては、さらにリッチ側の空燃比に対応する瞬時値が出力されている。そこで、この瞬時値に基づいて減量分の補正噴射量を算出し、この補正噴射量を次々気筒#4（すなわち、補正噴射量の算出完了直後に燃料噴射量が決定される気筒）の基本燃料噴射量に反映して、基本燃料噴射量を減量補正する。例えば、次々気筒#4の筒内インジェクタ30による燃料噴射量が減量される。これによれば、なまし処理を施す場合に比して早期に補正噴射量が反映され、空燃比フィードバック制御の応答性が高まる。また、次気筒の燃料噴射量のみを補正することで、全気筒一律で補正する場合に比して、実空燃比が目標空燃比に収束するまでの時間も短縮される。

#### 【0035】

図5の例では、なまし出力値を用いる場合には、時刻 $t_4$ まで時間がかかるのに対し、瞬時値を用いる場合には、時刻 $t_4$ よりも早い時刻 $t_3$ で補正は完了し、実空燃比は目標空燃比に収束する。サイクル内で空燃比制御が完結できるためエミッションの悪化を最小限に抑えることができる。

#### 【0036】

図6は、スカベンジ領域でエンジン10から排出されるガスの全体的な空燃比がリーンとなる状態が発生した場合の制御例を説明するための図である。図6に示す72は、なまし出力値に対応する空燃比の変化を、74は瞬時出力値（瞬時値）に対応する空燃比の変化を、#1～#4は吹き抜け発生気筒を表している。

#### 【0037】

上述したように吹き抜け発生気筒のバルブオーバーラップ期間では、元々目標空燃比と乖離したリーンな空燃比の新気が空燃比センサ36に当たるところ、時刻 $t_1$ においては、さらにリーン側の空燃比に対応する瞬時値が出力されている。そこで、この瞬時値に応じて増量分の補正噴射量を算出し、この補正噴射量を次気筒#3（すなわち、補正噴射量の算出完了直後に燃料噴射量が決定される気筒）の基本燃料噴射量に反映して、基本燃料

10

20

30

40

50

噴射量を増量補正する。例えば、次気筒 # 3 の筒内インジェクタ 3 0 による燃料噴射量を増量する。これによれば、なまし処理を施す場合に比して早期に補正噴射量が反映され、空燃比フィードバック制御の応答性が高まる。また、次気筒の燃料噴射量のみを補正することで、全気筒一律で補正する場合に比して、実空燃比が目標空燃比に収束するまでの時間も短縮される。

**【 0 0 3 8 】**

図 6 の例では、瞬時値を用いる場合には、なまし出力値を用いる場合よりも早い時刻  $t_2$  において補正は完了し、実空燃比は目標空燃比に収束する。サイクル内で空燃比制御が完結できるためエミッションの悪化を最小限に抑えることができる。

**【 0 0 3 9 】**

図 7 は、上述の動作を実現するために、ECU 5 0 が実行する制御ルーチンのフローチャートである。図 7 に示すルーチンでは、まず、ECU 5 0 は、バルブオーバーラップ量が所定値よりも大きいかなかを判定する (ステップ S 1 0 0)。所定値として、筒内を掃気可能なバルブオーバーラップ量が設定されている。ECU 5 0 は、VVT 5 6 の位相から実オーバーラップ量を算出し所定値と比較する。バルブオーバーラップ量が所定値以下の場合には、本ルーチンの処理は終了され、上述した非スカベンジ領域における空燃比フィードバック制御が実行される。

**【 0 0 4 0 】**

一方、バルブオーバーラップ量が所定値よりも大きい場合、次に ECU 5 0 は、サージタンク圧力が排気圧よりも高いかなかを判定する (ステップ S 1 1 0)。例えば、過給域において判定条件が成立する。判定条件が成立しない場合には、本ルーチンの処理は終了され、上述した非スカベンジ領域における空燃比フィードバック制御が実行される。

**【 0 0 4 1 】**

一方、判定条件が成立する場合には、吸入空気の一部が筒内を吹き抜けているスカベンジ領域であると判断され (ステップ S 1 2 0)、以降のステップで、上述したスカベンジ領域における空燃比フィードバック制御が実行される。

**【 0 0 4 2 】**

まず、ECU 5 0 は、吸入空気の一部が吹き抜けている場合の空燃比センサ 3 6 の生電圧 (瞬時値) に対応する空燃比が設定空燃比よりもリッチ又はリーンであるかなかを判定する (ステップ S 1 3 0)。この設定空燃比は、吸気行程初期のバルブオーバーラップ期間においては、新気の一部が排気通路 1 4 に吹き抜けることによりリーンとなる分を目標空燃比に加えたリーン側設定空燃比であり、排気行程においては、吹き抜け分だけ筒内の空気量が不足することによりリッチとなる分を目標空燃比から減じたリッチ側設定空燃比である。2つの設定空燃比の中央値は目標空燃比 (例えば、理論空燃比) である。例えば、空燃比センサの瞬時値に対応する空燃比がその行程の設定空燃比と乖離している場合には、空燃比補正の必要があると判断できる。この場合、実空燃比を目標空燃比に戻すために必要な補正噴射量を算出する (ステップ S 1 4 0)。

**【 0 0 4 3 】**

補正噴射量を算出後、この補正噴射量によって、補正噴射量の算出の完了直後に燃料噴射量が決定される気筒 (次気筒) の基本燃料噴射量を補正する (ステップ S 1 5 0)。例えば、吸気行程において筒内インジェクタ 3 0 から補正後の燃料噴射量に基づく燃料噴射を実施する。

**【 0 0 4 4 】**

以上説明したように、図 7 に示すルーチンによれば、スカベンジ領域において瞬時値を用いることで、なまし処理を用いる場合に比して、早期に補正噴射量を反映することができる。そのため、補正の遅れがエミッションに大きく影響を及ぼしてしまうスカベンジ領域において、空燃比フィードバック制御の応答性を高め、エミッションの低減を図ることができる。

**【 0 0 4 5 】**

尚、上述した実施の形態 1 においては、空燃比センサ 3 6 が前記第 1 の発明における「

10

20

30

40

50

空燃比センサ」に、上述した非スカベンジ領域における空燃比フィードバック制御が前記第1の発明における「非スカベンジ領域空燃比制御手段」に、上述したスカベンジ領域における空燃比フィードバック制御が前記第1及び第2の発明における「スカベンジ領域空燃比制御手段」に、それぞれ相当している。また、ここでは、ECU50が、上記ステップS130～ステップS150の処理を実行することにより前記第2の発明における「スカベンジ領域空燃比制御手段」が実現されている。

【0046】

実施の形態2 .

[実施の形態2のシステム構成]

次に、図8及び図9を参照して本発明の実施の形態2について説明する。本実施形態のシステムは図1に示す構成において、ECU50に後述する図9のルーチンを実施させることで実現することができる。

10

【0047】

上述した実施の形態1では、図6及び図7について、スカベンジ領域での吸気行程初期のバルブオーバーラップ期間に設定空燃比よりもリーン側の空燃比に対応する瞬時値が出力される場合に、瞬時値を用いて補正噴射量を算出し、次気筒の基本燃料噴射量を増量補正するケースを説明した。しかしながら、瞬時値を用いて補正噴射量を算出する場合であっても、補正噴射量の算出が、直近の燃料噴射量・噴射タイミングの決定時期に間に合わないケースも考えられる。このような場合に、次気筒の燃料噴射量・噴射タイミングの決定時期を待てば、実施の形態1で述べたように補正噴射量が基本燃料噴射量に反映されるのであるが、より早期に実空燃比を目標空燃比に一致させることができれば望ましい。

20

【0048】

[実施の形態2における特徴的制御]

そこで、本実施形態のシステムでは、機関運転状態がスカベンジ領域にあるときに瞬時値に対応する空燃比が設定空燃比よりもリーンである場合は、補正噴射量の算出の完了直後に排気行程となる気筒において、この排気行程中に噴射された燃料が排気通路14に排出されるタイミングで補正噴射量に対応する量の燃料を噴射することとした。すなわち、実施の形態1に述べたスカベンジ領域における空燃比フィードバック制御での補正噴射量反映時期に先駆けて、補正噴射量に対応する量の燃料を噴射することとした。

30

【0049】

図8は、実施の形態2における特徴的制御の一例について説明するための図である。図8に示す76は、なまし出力値に対応する空燃比の変化を、78は瞬時出力値（瞬時値）に対応する空燃比の変化を、#1～#4は吹き抜け発生気筒を表している。

【0050】

上述したように吹き抜け発生気筒のバルブオーバーラップ期間では、元々目標空燃比と乖離した新気が空燃比センサ36に当たるところ、時刻 $t_1$ においては、さらにリーン側の空燃比に対応する瞬時値が出力されている。実施の形態2では、この瞬時値に応じて増量分の補正噴射量を算出し、算出の完了直後に排気行程となる気筒において、この補正噴射量に対応する量の燃料を噴射する。図8の例では、補正噴射量の算出の完了直後に燃料噴射量が決定される気筒（次気筒）は#4であるが、#4気筒についてはその決定時期を待たずに、補正噴射量に対応する量の燃料を噴射する。また、噴射タイミングは、筒内インジェクタ30から燃料を噴射する場合は、排気行程中の任意のタイミングで噴射し、ポートインジェクタ28から燃料を噴射する場合は、少なくともバルブオーバーラップ期間のタイミングで噴射する。

40

【0051】

図9は、上述の機能を実現するために、ECU50が実行する制御ルーチンのフローチャートである。このルーチンは、ステップS130の処理がステップS230に、ステップS150の処理がステップS250に置き換えられている点を除き、図7に示すルーチンと同様である。以下、図9において、図7に示すステップと同一のステップについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

50

## 【 0 0 5 2 】

図 9 に示すルーチンでは、ステップ S 2 3 0 において、E C U 5 0 は、吸入空気の一部が吹き抜けている場合の空燃比センサ 3 6 の生電圧（瞬時値）に対応する空燃比が設定空燃比よりもリーン側であるか否かを判定する（ステップ S 2 3 0）。設定空燃比は、吸気行程初期のバルブオーバーラップ期間においては、新気の一部が排気通路 1 4 に吹き抜けることによりリーンとなる分を目標空燃比に加えたリーン側設定空燃比であり、排気行程においては、吹き抜け分だけ筒内の空気量が不足することによりリッチとなる分を目標空燃比から減じたリッチ側設定空燃比である、2 つの設定空燃比の中央値は目標空燃比（例えば、理論空燃比）である。

## 【 0 0 5 3 】

ステップ S 1 4 0 において補正噴射量を算出後、その算出の完了直後に排気行程となる気筒において補正噴射量に対応する量の燃料を噴射する（ステップ S 2 5 0）。噴射タイミングは上述した通りであるため説明は省略する。

## 【 0 0 5 4 】

以上説明したように、図 9 に示すルーチンによれば、スカベンジ領域において吹き抜けたガスの空燃比が設定空燃比よりリーンである場合に、実施の形態 1 に述べたスカベンジ領域における空燃比フィードバック制御での補正噴射量反映時期に先駆けて、補正噴射量に対応する量の燃料を噴射することができる。そのため、より早期に実空燃比を目標空燃比に一致させることが可能となる。その結果、エミッションの低減を図ることができる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 5 】

- 1 0 内燃機関
- 1 2 吸気通路
- 1 4 排気通路
- 1 6 エアフローメータ
- 1 8、1 8 a、1 8 b 過給機、コンプレッサ、タービン
- 2 2 スロットルバルブ
- 2 4 サージタンク
- 2 6 吸気ポート
- 2 8 ポートインジェクタ
- 2 9 吸気バルブ
- 3 0 筒内インジェクタ
- 3 4 排気バルブ
- 3 5 エキゾーストマニホールド
- 3 6 空燃比センサ
- 3 7 触媒
- 5 0 E C U (Electronic Control Unit)
- 5 2 クランク角センサ
- 5 4 吸気圧力センサ
- 5 6 V V T (Variable Valve Timing)

10

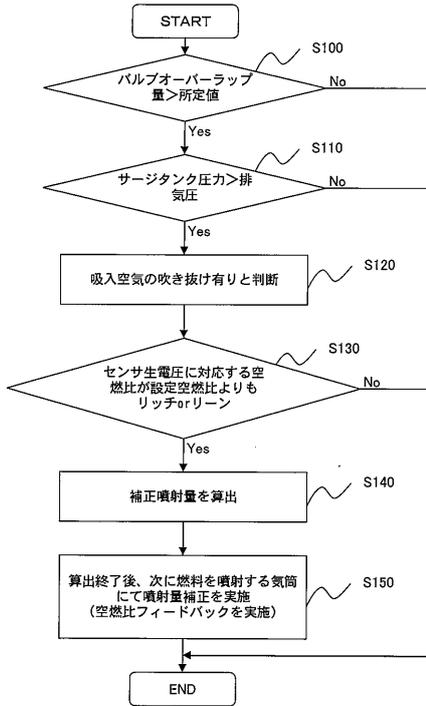
20

30

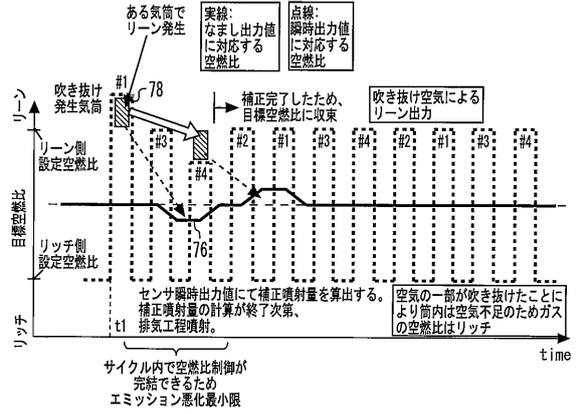
40



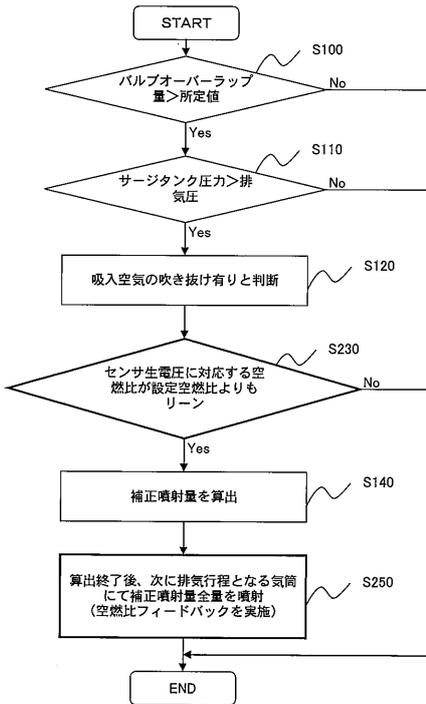
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 福田 敦史

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G301 HA01 HA04 HA06 HA11 JA03 LB01 LC10 MA01 MA11 NA01

ND05 PA01Z PD02Z

3G384 AA01 AA06 AA07 BA09 BA13 DA01 EA03 ED01 EG10 FA11Z

FA14Z FA47Z