

(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2006-152846

(P2006-152846A)

(43) 公開日 平成18年6月15日(2006.6.15)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 368G	3G301
FO2D 41/14 (2006.01)	FO2D 45/00 301C	3G384
	FO2D 45/00 324	
	FO2D 41/14 310A	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-341545 (P2004-341545)	(71) 出願人	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成16年11月26日 (2004.11.26)	(74) 代理人	100098420 弁理士 加古 宗男
		(72) 発明者	岡本 明浩 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
		(72) 発明者	若原 啓二 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
		(72) 発明者	北 正之 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

最終頁に続く

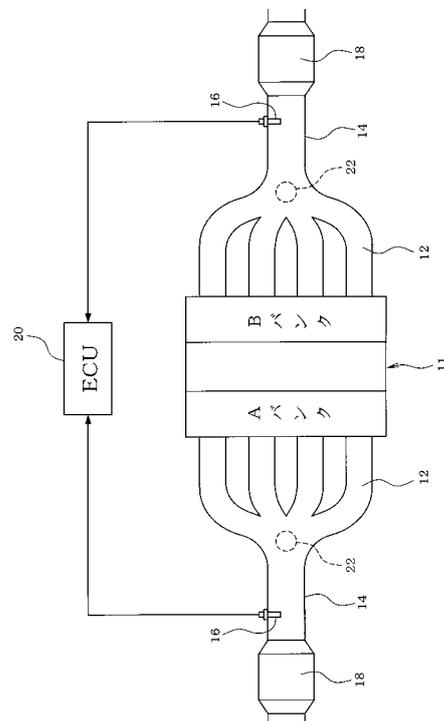
(54) 【発明の名称】 内燃機関の気筒別空燃比推定装置及び気筒別空燃比制御装置

(57) 【要約】

【課題】 燃焼間隔が不等間隔であったり、各気筒の排気管長が不等長の排気系のエンジンでも、各気筒の空燃比を精度良く推定できるようにする。

【解決手段】 V型8気筒エンジン11のように、1つのバンクの各気筒の燃焼間隔が不等間隔であったり、各気筒の排気管長が不等長のエンジンにおいて、各気筒の空燃比と空燃比センサ16の検出値との関係を気筒毎に別々のモデルパラメータを用いて気筒毎にモデル化して複数の気筒別空燃比推定モデルを作成し、気筒毎に異なる気筒別空燃比推定モデルを用いて各気筒の空燃比を推定する。各気筒の気筒別空燃比推定モデルを、空燃比推定の対象となる所定気筒の空燃比と外乱要素との組み合わせを該モデルの入力とするように構成すると共に、外乱要素を空燃比推定の対象となる所定気筒以外の気筒の空燃比の平均値で表すようにする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の複数気筒の排気マニホールドが接続された集合排気管に、各気筒から排出されたガスの空燃比を検出する空燃比センサを設置し、この空燃比センサで検出したガスの空燃比に基づいて各気筒の空燃比を推定する気筒別空燃比推定手段を備えた内燃機関の気筒別空燃比推定装置において、

各気筒の空燃比と前記空燃比センサの検出値との関係を気筒毎に別々にモデル化して複数の気筒別空燃比推定モデルを作成し、

前記気筒別空燃比推定手段は、気筒毎に異なる気筒別空燃比推定モデルを用いて各気筒の空燃比を推定することを特徴とする内燃機関の気筒別空燃比推定装置。

10

【請求項 2】

前記気筒別空燃比推定モデルは、空燃比推定の対象となる所定気筒の空燃比と外乱要素との組み合わせを該モデルの入力とするように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の気筒別空燃比推定装置。

【請求項 3】

前記外乱要素を全気筒の空燃比の平均値で表すことを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の気筒別空燃比推定装置。

【請求項 4】

前記外乱要素を前記空燃比推定の対象となる所定気筒以外の気筒の空燃比の平均値で表すことを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の気筒別空燃比推定装置。

20

【請求項 5】

前記気筒別空燃比推定モデルは、気筒毎に別々のモデルパラメータを用いることで気筒毎に別々にモデル化されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の内燃機関の気筒別空燃比推定装置。

【請求項 6】

複数の気筒グループからなる内燃機関であって、各気筒グループ毎にそれぞれ燃焼間隔が不等間隔な複数気筒の排気マニホールドが接続された集合排気管が設けられていると共に、各集合排気管にそれぞれ前記空燃比センサが設置され、

前記気筒別空燃比推定手段は、各気筒グループの気筒毎に異なる気筒別空燃比推定モデルを用いて各気筒の空燃比を推定することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の内燃機関の気筒別空燃比推定装置。

30

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の内燃機関の気筒別空燃比推定装置と、この気筒別空燃比推定装置により推定した各気筒の空燃比の気筒間ばらつきを小さくする方向に各気筒の空燃比を制御する気筒別空燃比制御手段とを備えていることを特徴とする内燃機関の気筒別空燃比制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内燃機関の複数気筒の排気マニホールドが接続された集合排気管に設置した空燃比センサで検出したガスの空燃比に基づいて各気筒の空燃比を推定する内燃機関の気筒別空燃比推定装置及び気筒別空燃比制御装置に関する発明である。

40

【背景技術】**【0002】**

近年、内燃機関の気筒間の空燃比ばらつきを少なくして空燃比制御精度を向上させるために、特許文献 1（特許第 2717744 号公報）に記載されているように、内燃機関の排気系の挙動を記述するモデルを設定して、集合排気管に設置した 1 つの空燃比センサの検出値（集合排気管を流れるガスの空燃比）を該モデルに入力し、その内部状態を観測するオブザーバによって各気筒の空燃比（気筒別空燃比）を推定すると共に、その推定値に基づいて各気筒の空燃比を目標値にフィードバック制御するようにしたものがある。

50

【特許文献1】特許第2717744号公報（第1頁～第2頁等）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

例えば、V型エンジンのように、複数のバンク（気筒グループ）からなる内燃機関においては、各バンク毎にそれぞれ集合排気管を設け、各集合排気管にそれぞれ空燃比センサを設置したものがあ

る。この構成では、各バンク毎に空燃比センサの検出値に基づいて気筒別空燃比を推定することになるが、1つのバンクに設けられた複数の気筒の燃焼間隔（排気行程の間隔）は等間隔とはならない。この理由を、V型8気筒エンジンを例にして説明する。V型8気筒エンジンは、2つのバンクからなり、各バンクにそれぞれ4気筒ずつ設けられている。エンジン全体（8気筒全体）で見れば、燃焼間隔は等間隔（90 A間隔）であるが、図2に示すように、片方のバンクの4つの気筒#1、#3、#5、#7についてのみ見れば、燃焼間隔（排気行程の間隔）が90 A、180 A、270 Aの3通りに変化するため、燃焼間隔が不等間隔になる。燃焼間隔が長い場合（270 Aの場合）は、空燃比センサの位置に到達するガスの中に、他の燃焼気筒から排出されるガスが混じっていないが、燃焼間隔が短い場合（90 Aの場合）は、空燃比センサの位置に到達するガスの中に他の燃焼気筒から排出されるガスが混じり込んで空燃比が変化しているものと思われる。

10

【0004】

しかし、従来の気筒別空燃比推定モデルは、排気系が1系統のエンジンのように、燃焼間隔が等間隔になるエンジンの排気系の挙動をモデル化したものであるため、このモデルを燃焼間隔が不等間隔になるV型8気筒エンジン等に適用しても、気筒別空燃比を精度良く推定できないという問題があった。

20

【0005】

また、図3に示すように、各気筒の排気マニホールド12の長さ（以下「排気管長」という）が不等長の排気系の場合、各気筒の排出ガスが空燃比センサ16に到達するまでの移動距離が異なるために、各気筒の排出ガスが燃焼順に空燃比センサ16に到達しない可能性がある。しかし、従来の気筒別空燃比推定モデルは、各気筒の排気管長が同一の排気系についてモデル化されているため、各気筒の排気管長が不等長の排気系の場合には、気筒別空燃比を精度良く推定できないという問題があった。

30

【0006】

そこで、本発明の第1の目的は、燃焼間隔が不等間隔であったり、各気筒の排気管長が不等長の排気系の場合でも、各気筒の空燃比を精度良く推定できる内燃機関の気筒別空燃比推定装置を提供することであり、また、本発明の第2の目的は、燃焼間隔が不等間隔であったり、各気筒の排気管長が不等長の排気系の場合でも、気筒別空燃比制御を精度良く実施することができる内燃機関の気筒別空燃比制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記第1の目的を達成するために、請求項1に係る発明は、内燃機関の複数気筒の排気マニホールドが接続された集合排気管に、各気筒から排出されたガスの空燃比を検出する空燃比センサを設置し、この空燃比センサで検出したガスの空燃比に基づいて各気筒の空燃比を推定する気筒別空燃比推定手段を備えた内燃機関の気筒別空燃比推定装置において、各気筒の空燃比と前記空燃比センサの検出値との関係を気筒毎に別々にモデル化して複数の気筒別空燃比推定モデルを作成し、気筒毎に異なる気筒別空燃比推定モデルを用いて各気筒の空燃比を推定するようにしたものである。このようにすれば、燃焼間隔が不等間隔であったり（以下「不等間隔燃焼」という）、各気筒の排気管長が不等長の排気系（以下「不等長排気系」という）の場合でも、各気筒の空燃比を推定するための気筒別空燃比推定モデルを不等間隔燃焼や不等長排気系の影響を考慮して気筒毎に別々にモデル化できるため、不等間隔燃焼や不等長排気系の場合でも、各気筒の空燃比を精度良く推定することができる。

40

50

【0008】

本発明で使用する各気筒の気筒別空燃比推定モデルは、請求項2のように、空燃比推定の対象となる所定気筒の空燃比と外乱要素との組み合わせを該モデルの入力とするように構成すると良い。このようにすれば、不等間隔燃焼や不等長排気系の影響を外乱要素に含ませてモデル化することができて、気筒毎に異なる気筒別空燃比推定モデルを比較的簡単に作成することができる。

【0009】

この場合、請求項3のように、外乱要素を全気筒の空燃比の平均値で表すようにしたり、或は、請求項4のように、外乱要素を空燃比推定の対象となる所定気筒以外の気筒の空燃比の平均値で表すようにしても良い。いずれの場合も、外乱要素（不等間隔燃焼や不等長排気系の影響）を簡単に演算することができる利点がある。

10

【0010】

また、気筒別空燃比推定モデルは、請求項5のように、気筒毎に別々のモデルパラメータを用いることで気筒毎に別々にモデル化するようにすると良い。このようにすれば、気筒毎に異なる気筒別空燃比推定モデルを簡単に作成することができる。

【0011】

本発明は、請求項6のように、複数の気筒グループからなる内燃機関であって、各気筒グループ毎にそれぞれ燃焼間隔が不等間隔な複数気筒の排気マニホールドが接続された集合排気管が設けられていると共に、各集合排気管にそれぞれ空燃比センサが設置されたシステムにおいて、各気筒グループの気筒毎に異なる気筒別空燃比推定モデルを用いて各気筒の空燃比を推定するようにすると良い。複数の気筒グループからなる内燃機関では、1つの気筒グループについてのみ見れば、燃焼間隔が不等間隔になるため、従来の気筒別空燃比推定方法では、各気筒の空燃比を精度良く推定できないが、本発明を適用すれば、燃焼間隔が不等間隔になる気筒グループの各気筒の空燃比を精度良く推定でき、勿論、不等長排気系の場合でも、各気筒の空燃比を精度良く推定できる。

20

【0012】

また、前記第2の目的を達成するために、請求項7のように、請求項1乃至6のいずれかに記載の内燃機関の気筒別空燃比推定装置と、この気筒別空燃比推定装置により推定した気筒別空燃比の気筒間ばらつきを小さくする方向に各気筒の空燃比を制御する気筒別空燃比制御手段を備える構成としても良い。このようにすれば、不等間隔燃焼や不等長排気系の場合でも、気筒別空燃比制御を精度良く実施することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明を例えばV型8気筒エンジンに適用した一実施例を説明する。

まず、図1に基づいてV型8気筒エンジンの排気系の構成を説明する。V型8気筒エンジン11は、2つの気筒グループを構成する2つのバンク（AバンクとBバンク）をV字型に配置し、Aバンクには、4つの気筒#1、#3、#5、#7を直列に配置し、Bバンクには、残りの4つの気筒#2、#4、#6、#8を直列に配置した構成となっている。AバンクとBバンクには、それぞれ別々の排気系が構成され、各バンクの4本の排気マニホールド12は、それぞれ別々の集合排気管14に接続されている。各バンクの集合排気管14には、それぞれ排出ガスの空燃比を検出する空燃比センサ16が設置され、各空燃比センサ16の下流側に排出ガス浄化用の触媒18が設置されている。

40

【0014】

上記空燃比センサ16等の各種センサの出力は、エンジン制御回路（ECU）20に入力される。このECU20は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵されたROM（記憶媒体）に記憶された各種のエンジン制御プログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じて各気筒の燃料噴射量や点火時期を制御する。

【0015】

本実施例では、ECU20は、後述する気筒別空燃比制御用の各ルーチンを実行することで、後述する気筒毎に異なる気筒別空燃比推定モデルを用いて各バンクの空燃比センサ

50

16の検出値（各バンクの集合排気管14を流れる排出ガスの実空燃比）に基づいて各バンク毎に各気筒の空燃比（以下「気筒別空燃比」という）を推定し、各バンク毎に気筒別空燃比推定値の平均値を算出して、その平均値を基準空燃比（各バンクの目標空燃比）に設定する。そして、各バンク毎に気筒別空燃比推定値と基準空燃比との偏差を各気筒毎に算出して、その偏差（気筒間の空燃比ばらつき）が小さくなるように気筒別補正量（各気筒の燃料補正量）を算出し、その算出結果に基づいて気筒別燃料噴射量を補正することで、各気筒に供給する混合気の実空燃比を各気筒毎に補正して気筒間の空燃比ばらつきを少なくするように制御する（以下、この制御を「気筒別空燃比制御」という）。

【0016】

ここで、各バンクの空燃比センサ16の検出値（各バンクの集合排気管14を流れる排出ガスの実空燃比）に基づいて各バンクの気筒別空燃比を推定する方法を説明する。 10

【0017】

V型8気筒エンジン11は、エンジン全体（8気筒全体）で見れば、隣接する燃焼気筒の間隔（以下「燃焼間隔」という）は、等間隔（90 A間隔）であるが、図2に示すように、片方のバンク（Aバンク）の4つの気筒#1, #3, #5, #7についてのみ見れば、燃焼間隔（排気行程の間隔）が90 A、180 A、270 Aの3通りに変化するため、燃焼間隔が不等間隔になる。燃焼間隔が長い場合（270 Aの場合）は、空燃比センサ16の位置に到達するガスの中に、他の燃焼気筒から排出されるガスが混じっていないが、燃焼間隔が短い場合（90 Aの場合）は、空燃比センサ16の位置に到達するガスの中に他の燃焼気筒から排出されるガスが混じり込んで空燃比が変化しているもの 20

【0018】

また、図3に示すように、各気筒の排気マニホールド12の長さ（以下「排気管長」という）が不等長の排気系の場合、各気筒の排出ガスが空燃比センサ16に到達するまでの移動距離が異なるために、各気筒の排出ガスが燃焼順に空燃比センサ16に到達しない可能性がある。

【0019】

そこで、本実施例では、各気筒の空燃比と空燃比センサ16の検出値との関係を気筒毎に別々のモデルパラメータ（重み付け係数）を用いて気筒毎にモデル化して複数の気筒別空燃比推定モデルを作成している。従って、V型8気筒エンジン11では、1つのバンク（4気筒）当たり4種類の気筒別空燃比推定モデルを作成し、気筒毎に異なる気筒別空燃比推定モデルを用いて各気筒の空燃比を推定するようにしている。 30

【0020】

各気筒の気筒別空燃比推定モデルは、各気筒の空燃比と空燃比センサ16の検出値との関係を表すモデルであり、気筒毎に別々のモデルパラメータを用いることで気筒毎に別々にモデル化されている。例えば、Aバンクの4つの気筒#1, #3, #5, #7の気筒別空燃比推定モデルは、それぞれ次式で与えられる。

【0021】

【数 1】

気筒 # 1 の気筒別空燃比推定のモデル

$$y_s(i) = \sum_{j=1}^8 a_{1j} \cdot y_s(i-j) + \sum_{j=1}^8 b_{1j} \cdot u_1(i-j)$$

$$u_1 = \left[\underbrace{u_1 \quad u_1}_{\substack{\text{気筒 \# 1} \\ \text{の入力} \\ \text{(排気行程分)}}} \quad \underbrace{e_1 \cdots e_1}_{\substack{\text{外乱要素} \\ \text{(6個)}}} \right]^T$$

10

【0 0 2 2】

【数 2】

気筒 # 3 の気筒別空燃比推定のモデル

$$y_s(i) = \sum_{j=1}^8 a_{3j} \cdot y_s(i-j) + \sum_{j=1}^8 b_{3j} \cdot u_3(i-j)$$

$$u_3 = \left[\underbrace{u_3 \quad u_3}_{\substack{\text{気筒 \# 3} \\ \text{の入力} \\ \text{(排気行程分)}}} \quad \underbrace{e_3 \cdots e_3}_{\substack{\text{外乱要素} \\ \text{(6個)}}} \right]^T$$

20

30

【0 0 2 3】

【数 3】

気筒 # 5 の気筒別空燃比推定のモデル

$$y_s(i) = \sum_{j=1}^8 a_{5j} \cdot y_s(i-j) + \sum_{j=1}^8 b_{5j} \cdot u_5(i-j)$$

$$u_5 = \left[\underbrace{u_5 \quad u_5}_{\substack{\text{気筒 \# 5} \\ \text{の入力} \\ \text{(排気行程分)}}} \quad \underbrace{e_5 \cdots e_5}_{\substack{\text{外乱要素} \\ \text{(6個)}}} \right]^T$$

40

【0 0 2 4】

【数 4】

気筒 #7の気筒別空燃比推定のモデル

$$y_s(i) = \sum_{j=1}^8 a_{7j} \cdot y_s(i-j) + \sum_{j=1}^8 b_{7j} \cdot u_7(i-j)$$

$$u_7 = \left[\underbrace{u_7 \quad u_7}_{\substack{\text{気筒\#7} \\ \text{の入力} \\ \text{(排気行程分)}}} \quad \underbrace{e_7 \cdots e_7}_{\substack{\text{外乱要素} \\ \text{(6個)}}} \right]^T$$

10

【0025】

ここで、 y_s は空燃比センサ16の検出値、 u は各気筒の入力空燃比（ u_1 は気筒#1の入力空燃比、 u_3 は気筒#3の入力空燃比、 u_5 は気筒#5の入力空燃比、 u_7 は気筒#7の入力空燃比）である。 $a_{1j} \sim a_{7j}$ 、 $b_{1j} \sim b_{7j}$ はモデルパラメータ（重み付け係数）、 $e_1 \sim e_7$ は外乱要素である。 i は現在の演算タイミングを表し、 j は現在の演算タイミング i から何回前の演算タイミングであるかを表している。本実施例では、演算間隔が燃焼間隔（180 A）の1/2の間隔（90 A）に設定されているため、1サイクル（720 A）当たり j は1から8まで変化する。

20

$$j \text{ の最大値} = 720 \text{ A} / 90 \text{ A} = 8$$

【0026】

このように、各気筒の気筒別空燃比推定モデルは、空燃比推定の対象となる所定気筒の空燃比と外乱要素との組み合わせを該モデルの入力とするように構成され、外乱要素は、所定気筒以外の気筒の空燃比の平均値で表される。

【0027】

具体的には、気筒#1の気筒別空燃比推定モデルの外乱要素 e_1 は、気筒#1を除く3つの気筒#3、#5、#7の空燃比の平均値で表される。

30

$$e_1 = (u_3 + u_5 + u_7) / 3$$

【0028】

気筒#3の気筒別空燃比推定モデルの外乱要素 e_3 は、気筒#3を除く3つの気筒#1、#5、#7の空燃比の平均値で表される。

$$e_3 = (u_1 + u_5 + u_7) / 3$$

【0029】

気筒#5の気筒別空燃比推定モデルの外乱要素 e_5 は、気筒#5を除く3つの気筒#1、#3、#7の空燃比の平均値で表される。

$$e_5 = (u_1 + u_3 + u_7) / 3$$

40

【0030】

気筒#7の気筒別空燃比推定モデルの外乱要素 e_7 は、気筒#7を除く3つの気筒#1、#3、#5の空燃比の平均値で表される。

$$u_7 = (u_1 + u_3 + u_5) / 3$$

【0031】

或は、各外乱要素 $e_1 \sim e_7$ をバンクAの全気筒の空燃比#1、#3、#5、#7の平均値で表すようにしても良い。

$$e_1 = e_3 = e_5 = u_7 = (u_1 + u_3 + u_5 + u_7) / 4$$

このようにすれば、各気筒の気筒別空燃比推定モデルの外乱要素 $e_1 \sim e_7$ が全て同じになるため、演算処理が容易になる利点がある。

50

【 0 0 3 2 】

尚、他方のバンク B についても、各気筒 # 2 , # 4 , # 6 , # 8 の気筒別空燃比推定モデルを同様の方法で作成すれば良い。

各気筒 # n (n = 1 ~ 8) の気筒別空燃比推定モデルの式を状態空間モデルに変換すると、次の (1)、(2) 式が導き出される。

$$X(i+1) = A_n \cdot X(i) + B_n \cdot u(i) + W_n(i) \quad \dots\dots (1)$$

$$Y(i) = C_n \cdot X(i) + D_n \cdot u(i) \quad \dots\dots (2)$$

ここで、 A_n 、 B_n 、 C_n 、 D_n は、各気筒 # n の気筒別空燃比推定モデルのパラメータ (重み付け係数)、 Y は空燃比センサ 16 の検出値、 X は状態変数としての気筒別空燃比の影響の総和、 W はノイズである。

10

【 0 0 3 3 】

更に、上記 (1)、(2) 式によりカルマンフィルタを設計すると、次式が得られる。

$$X^{(k+1|k)} = A_n \cdot X^{(k|k-1)} + K_n \{ Y(k) - C_n \cdot A_n \cdot X^{(k|k-1)} \} \quad \dots\dots (3)$$

ここで、 $X^{(k+1|k)}$ (エックスハット) は気筒別空燃比の影響の総和の推定値、 K_n はカルマンゲインである。 $X^{(k+1|k)}$ の意味は、時間 (k) の推定値により時間 (k+1) の推定値を求めることを表す。

【 0 0 3 4 】

以上のようにして、各気筒の気筒別空燃比推定モデルをカルマンフィルタ型オブザーバにて構成することにより、燃焼サイクルの進行に伴い気筒別空燃比の影響の総和を順次推定することができる。尚、空燃比偏差を入力とする場合は、上記式 (3) において出力 Y が空燃比偏差に置き換えられる。

20

【 0 0 3 5 】

ECU20 は、図 4 乃至図 6 に示す気筒別空燃比制御用の各ルーチンを実行することで、気筒毎に異なる気筒別空燃比推定モデルを用いて各バンクの空燃比センサ 16 の検出値に基づいて各バンクの気筒別空燃比を推定し、各バンク毎に気筒間の空燃比ばらつきを少なくするように各気筒の燃料噴射量を補正する気筒別空燃比制御を実行する。以下、各ルーチンの処理内容を説明する。

【 0 0 3 6 】

[気筒別空燃比制御メインルーチン]

図 4 の気筒別空燃比制御メインルーチンは、クランク角センサ (図示せず) の出力パルスに同期して所定クランク角毎 (例えば 30 A 毎) に起動される。本ルーチンが起動されると、まずステップ 101 で、後述する図 5 の実行条件判定ルーチンを実行して、気筒別空燃比制御の実行条件が成立しているか否かを判定する。この後、ステップ 102 に進み、図 5 の実行条件判定ルーチンでセットされた実行フラグが ON であるか否かで、気筒別空燃比制御の実行条件が成立しているか否かを判定する。その結果、実行フラグが OFF (実行条件が不成立) と判定された場合は、以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。

30

【 0 0 3 7 】

一方、実行フラグが ON (実行条件成立) と判定された場合は、ステップ 103 に進み、現在のクランク角が各気筒の空燃比検出タイミング (空燃比センサ 16 の出力のサンプルタイミング) であるか否かを判定し、空燃比検出タイミングでなければ、以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。

40

【 0 0 3 8 】

これに対して、現在のクランク角が空燃比検出タイミングであれば、ステップ 104 に進み、後述する図 6 の気筒別空燃比制御実行ルーチンを起動して、気筒別空燃比制御を実行する。

【 0 0 3 9 】

[実行条件判定ルーチン]

図 5 の実行条件判定ルーチンは、図 4 の気筒別空燃比制御メインルーチンのステップ 1

50

01で実行されるサブルーチンである。本ルーチンが起動されると、まずステップ201で、空燃比センサ16が使用可能な状態であるか否かを判定する。ここで、使用可能な状態とは、例えば、空燃比センサ16が活性状態で、且つ、故障していない状態であることである。空燃比センサ16が使用可能な状態でなければ、以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。

【0040】

一方、空燃比センサ16が使用可能な状態であれば、ステップ202に進み、冷却水温が所定温度以上（エンジン11が暖機状態）であるか否かを判定し、所定温度未満であれば、以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。冷却水温が所定温度以上であれば、ステップ203に進み、エンジン回転速度と負荷（例えば吸気管圧力）とをパラメータとする運転領域マップを参照して、現在のエンジン運転領域が気筒別空燃比制御の実行領域であるか否かを判定する。高回転域や低負荷域では、気筒別空燃比の推定精度が悪化されるため、気筒別空燃比制御が禁止される。

10

【0041】

現在のエンジン運転領域が気筒別空燃比制御の実行領域であれば、ステップ204に進み、実行フラグをONにセットし、気筒別空燃比制御の実行領域でなければ、ステップ205に進み、実行フラグをOFFにセットする。

【0042】

[気筒別空燃比制御実行ルーチン]

図6の気筒別空燃比制御実行ルーチンは、図4の気筒別空燃比制御メインルーチンのステップ104で実行されるサブルーチンである。本ルーチンが起動されると、まずステップ301で、空燃比センサ16の出力（空燃比検出値）を読み込み、次のステップ302で、気筒毎に異なる気筒別空燃比推定モデルを用いて今回の空燃比推定対象となる気筒の空燃比を空燃比センサ16の検出値に基づいて推定する。このステップ302の処理が特許請求の範囲という気筒別空燃比推定手段としての役割を果たす。その後、ステップ303に進み、全気筒の推定空燃比の平均値を算出して、その平均値を基準空燃比（全気筒の目標空燃比）に設定する。

20

【0043】

その後、ステップ304に進み、各気筒の推定空燃比と基準空燃比との偏差を算出して、その偏差が小さくなるように気筒別補正量を算出した後、ステップ305に進み、気筒別補正量に基づいて気筒別燃料噴射量を補正することで、各気筒に供給する混合気の空燃比を各気筒毎に補正して気筒間の空燃比ばらつきを少なくするように制御する。これらステップ303～305の処理が特許請求の範囲という気筒別空燃比制御手段としての役割を果たす。

30

【0044】

以上説明した本実施例では、各気筒の空燃比と空燃比センサ16の検出値との関係を気筒毎に別々のモデルパラメータを用いて気筒毎にモデル化して複数の気筒別空燃比推定モデルを作成し、気筒毎に異なる気筒別空燃比推定モデルを用いて各気筒の空燃比を推定するようにしたので、不等間隔燃焼や不等長排気系の場合でも、不等間隔燃焼や不等長排気系の影響を考慮した気筒別空燃比推定モデルを用いて各気筒の空燃比を精度良く推定することができる。

40

【0045】

しかも、本実施例では、各気筒の気筒別空燃比推定モデルを、空燃比推定の対象となる所定気筒の空燃比と外乱要素との組み合わせを該モデルの入力とするように構成したので、不等間隔燃焼や不等長排気系の影響を外乱要素に含ませてモデル化することができて、気筒毎に異なる気筒別空燃比推定モデルを比較的簡単に作成することができる利点がある。

【0046】

その上、本実施例では、外乱要素を空燃比推定の対象となる所定気筒以外の気筒の空燃比の平均値で表すようにしたり、或は外乱要素を全気筒の空燃比の平均値で表すようにし

50

たので、外乱要素（不等間隔燃焼や不等長排気系の影響）を簡単に演算することができる利点がある。

【0047】

尚、本発明は、V型8気筒エンジンに限定されず、これ以外の気筒数のエンジンにも適用することができ、また、直列エンジン、水平対向エンジン等、V型以外の型式のエンジンにも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の一実施例におけるエンジン排気系の概略構成図である。

【図2】隣接する燃焼気筒の排出ガスの重なりを説明する図である。

【図3】不等長の排気系の一例を示す図である。

【図4】気筒別空燃比制御メインルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】実行条件判定ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

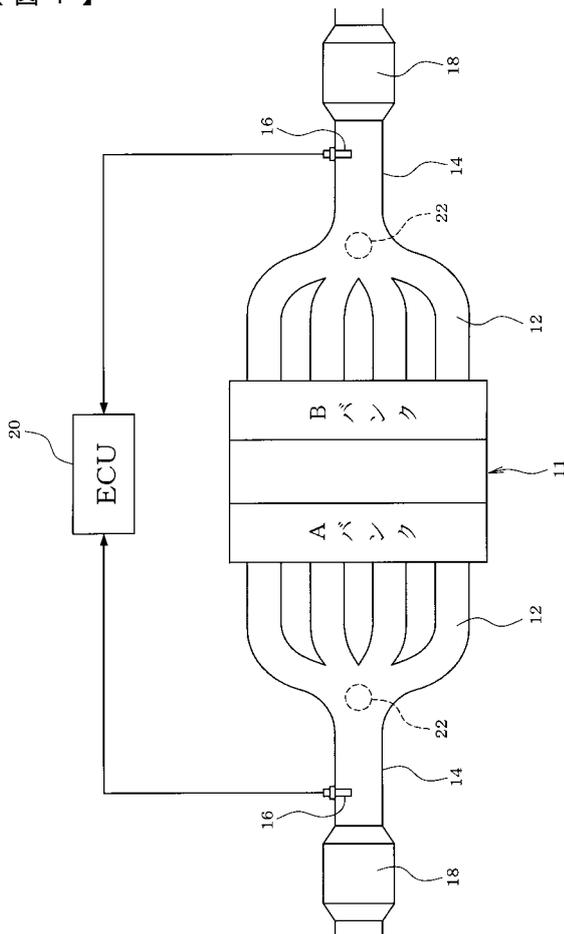
【図6】気筒別空燃比制御実行ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【符号の説明】

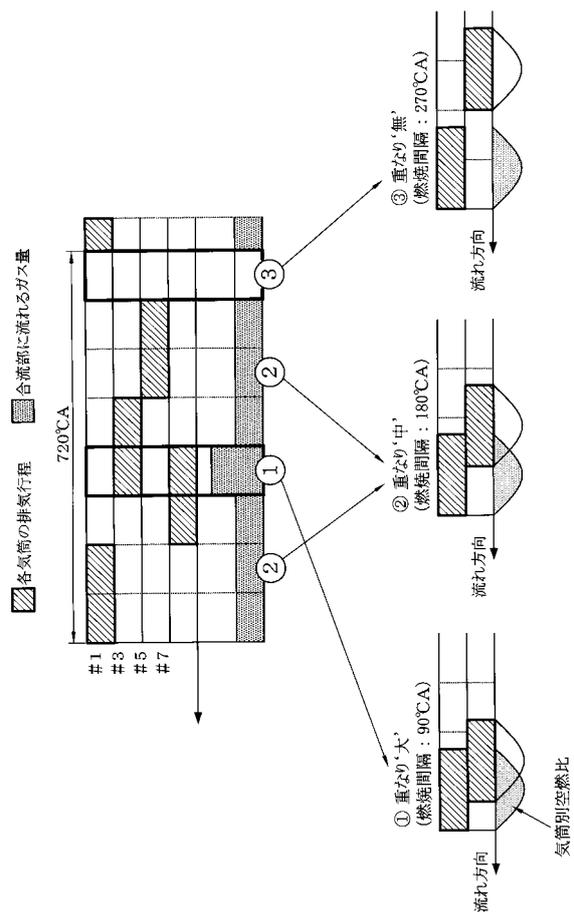
【0049】

11...エンジン（内燃機関）、12...排気マニホールド、14...集合排気管、16...空燃比センサ、18...触媒、20...ECU（気筒別空燃比推定手段、気筒別空燃比制御手段）、22...合流部

【図1】

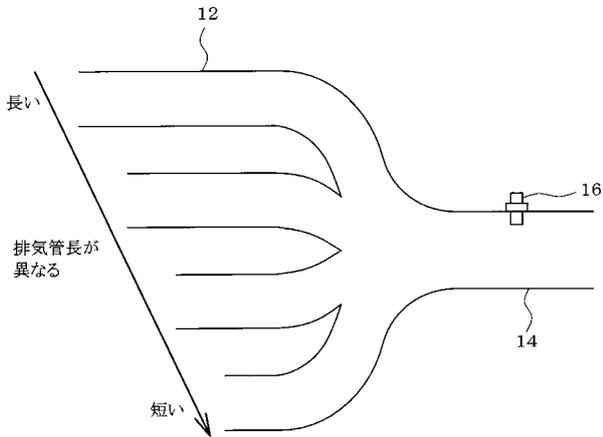


【図2】

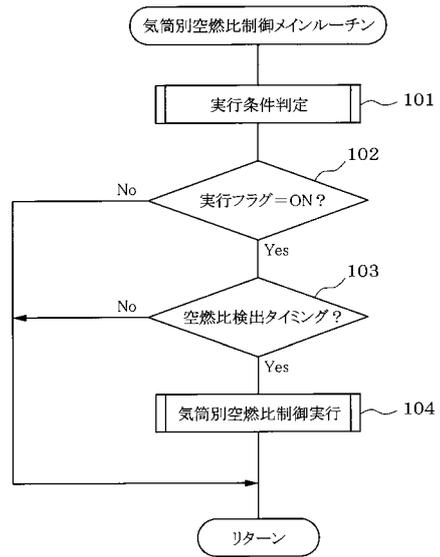


【 図 3 】

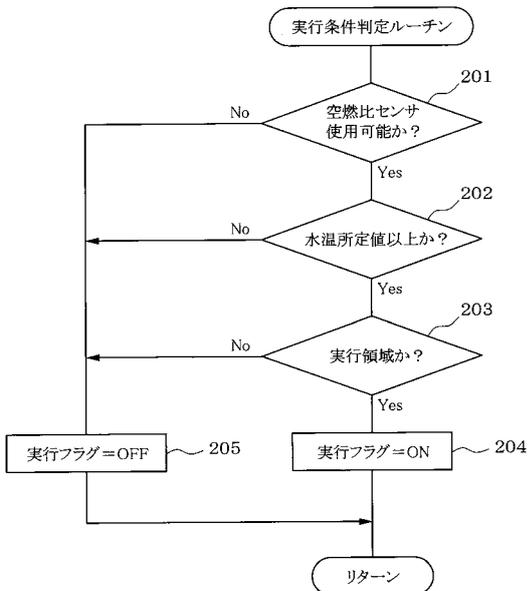
排気管長が不等長の排気系



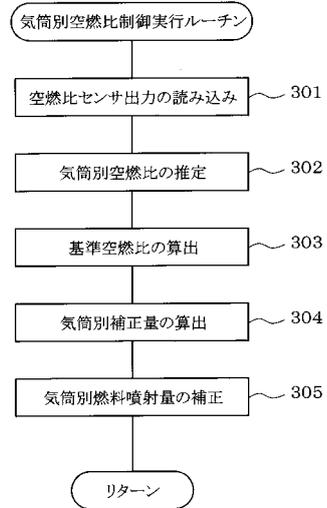
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G301 HA01 HA08 JA05 JA18 KA06 KA23 MA01 MA06 NA01 NA08
NB03 NC02 ND02 ND13 ND45 NE06 PA17Z PD02Z PD13Z PE01Z
PE03Z PE05Z PE08Z
3G384 AA01 AA08 BA09 BA45 CA04 CA16 DA04 DA36 EA02 EB02
EC06 ED01 ED07 EE31 FA26Z FA28Z FA40Z FA41Z FA56Z FA58Z
FA62Z