

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4973807号  
(P4973807)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月20日(2012.4.20)

(51) Int. Cl. F I  
**FO2D 41/14 (2006.01)** FO2D 41/14 310F  
**FO2D 41/02 (2006.01)** FO2D 41/14 310L  
 FO2D 41/02 301H

請求項の数 20 (全 66 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-502959 (P2011-502959)                  (86) (22) 出願日 平成22年9月24日 (2010.9.24)                  (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/066590                  (87) 国際公開番号 W02012/039064                  (87) 国際公開日 平成24年3月29日 (2012.3.29)                  審査請求日 平成23年1月20日 (2011.1.20)</p>	<p>(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 110000213                  特許業務法人プロスペック特許事務所                  (72) 発明者 ▲富▼松 亮                  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 藤原 孝彦                  愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内                  審査官 後藤 信朗</p>
--	--

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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

多気筒内燃機関が有する複数の気筒から排出された排ガスが集合する前記機関の排気通路の排気集合部よりも下流側の位置に配設された三元触媒と、

前記排気通路の前記三元触媒よりも下流側の位置に配設されるとともに同配設された位置を通過する排ガスの空燃比に応じて変化する出力値を出力する下流側空燃比センサと、

前記複数の気筒のそれぞれの燃焼室に混合気を供給するとともに同それぞれの燃焼室に供給される混合気空燃比である気筒別空燃比を前記複数の気筒間において互いに独立して調整することが可能に構成された気筒別混合気供給手段と、

前記触媒に流入する排ガスである触媒流入ガスの空燃比を理論空燃比よりも小さいリッチ空燃比に設定する要求であるリッチ要求と前記触媒流入ガスの空燃比を理論空燃比よりも大きいリーン空燃比に設定する要求であるリーン要求との何れの空燃比要求が発生しているかを前記下流側空燃比センサの出力値に基いて決定するとともに、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれが前記決定された空燃比要求に応じた空燃比となるように同複数の気筒の気筒別空燃比を制御する気筒別空燃比制御手段と、

を備える内燃機関の空燃比制御装置において、

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記複数の気筒のうちの一つの気筒を選択気筒として選択し且つ前記選択気筒の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうち残りの気筒である非選択気筒の気筒別空燃比と相違するように前記複数の気筒のそれぞれの気筒別空燃比を変更するとともに前記下流側空燃比セ

ンサの出力値の変動周期に相関を有する値を前記選択気筒に対応する変動周期相関値として取得する動作を、総ての気筒のそれぞれが前記選択気筒として選択されるまで繰り返し実行する変動周期相関値取得手段と、

前記複数の気筒のそれぞれに対応する前記取得された変動周期相関値に基づいて、前記複数の気筒のそれぞれから排出される排ガスの前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いを判定するガス当り度合い判定手段と、

を含む空燃比制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記ガス当り度合い判定手段は、

前記複数の気筒のそれぞれに対応する前記取得された変動周期相関値に基づいて、前記複数の気筒のそれぞれから排出される排ガスの前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いを示す気筒別影響度指標値を前記複数の気筒のそれぞれに対して取得する気筒別影響度指標値取得手段を含み、

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記リッチ要求が発生している期間において、前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが第 1 の値である気筒の気筒別空燃比が前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが前記第 1 の値よりも小さい第 2 の値である気筒の気筒別空燃比よりも小さくなるように前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正するフィードバック周期短縮化制御を実行する気筒別空燃比補正手段を含む、

空燃比制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記ガス当り度合い判定手段は、

前記複数の気筒のそれぞれに対応する前記取得された変動周期相関値に基づいて、前記複数の気筒のそれぞれから排出される排ガスの前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いを示す気筒別影響度指標値を前記複数の気筒のそれぞれに対して取得する気筒別影響度指標値取得手段を含み、

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記リーン要求が発生している期間において、前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが第 1 の値である気筒の気筒別空燃比が前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが前記第 1 の値よりも小さい第 2 の値である気筒の気筒別空燃比よりも大きくなるように前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正するフィードバック周期短縮化制御を実行する気筒別空燃比補正手段を含む、

空燃比制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記ガス当り度合い判定手段は、

前記複数の気筒のそれぞれに対して取得された前記変動周期相関値に基づいて、前記複数の気筒のうちで前記下流側空燃比センサの出力値に最も大きい影響を与える排ガスを排出している気筒をガス当り最良気筒として特定するガス当り最良気筒特定手段を含み、

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記リッチ要求が発生している期間において前記特定されたガス当り最良気筒の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比よりも小さい空燃比となるように前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正するフィードバック周期短縮化制御を実行する気筒別空燃比補正手段を含む、

空燃比制御装置。

【請求項 5】

10

20

30

40

50

請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記ガス当り度合い判定手段は、

前記複数の気筒のそれぞれに対して取得された前記変動周期相関値に基いて、前記複数の気筒のうちで前記下流側空燃比センサの出力値に最も大きい影響を与える排ガスを排出している気筒をガス当り最良気筒として特定するガス当り最良気筒特定手段を含み、

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記リーン要求が発生している期間において前記特定されたガス当り最良気筒の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比よりも大きい空燃比となるように前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正するフィードバック周期短縮化制御を実行する気筒別空燃比補正手段を含む、

空燃比制御装置。

#### 【請求項 6】

請求項 2 乃至請求項 5 の何れか一項に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記気筒別空燃比補正手段は、

前記フィードバック周期短縮化制御を、前記機関の吸入空気量が第 1 閾値吸入空気量以上である場合、及び、前記機関の吸入空気量が前記第 1 閾値吸入空気量よりも小さい第 2 閾値吸入空気量以下である場合、の少なくとも一方の場合に実行するように構成された、空燃比制御装置。

#### 【請求項 7】

請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記気筒別混合気供給手段は、

所定のフューエルカット開始条件が成立したとき前記複数の気筒の総ての燃焼室への混合気の供給を停止するフューエルカット運転を行い且つ同フューエルカット運転中に所定のフューエルカット終了条件が成立したとき同フューエルカット運転を終了して前記複数の気筒の総ての燃焼室への混合気の供給を再開するフューエルカット手段を含み、

前記ガス当り度合い判定手段は、

前記複数の気筒のそれぞれに対応する前記取得された変動周期相関値に基づいて、前記複数の気筒のそれぞれから排出される排ガスの前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いを示す気筒別影響度指標値を前記複数の気筒のそれぞれに対して取得する気筒別影響度指標値取得手段を含み、

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記フューエルカット運転の終了時点以降に前記下流側空燃比センサの出力値に基いて前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたか否かを判定するとともに、前記フューエルカット運転の終了時点から前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたときと判定される時点までのフューエルカット終了後期間において、前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが第 1 の値である気筒の気筒別空燃比が前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが前記第 1 の値よりも小さい第 2 の値である気筒の気筒別空燃比よりも大きく且つ理論空燃比よりは小さい空燃比になるように、前記気筒別空燃比を補正するフューエルカット終了後制御を実行する気筒別空燃比補正手段を含む、

空燃比制御装置。

#### 【請求項 8】

請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記気筒別混合気供給手段は、

所定のフューエルカット開始条件が成立したとき前記複数の気筒の総ての燃焼室への混合気の供給を停止するフューエルカット運転を行い且つ同フューエルカット運転中に所定のフューエルカット終了条件が成立したとき同フューエルカット運転を終了して前記複数の気筒の総ての燃焼室への混合気の供給を再開するフューエルカット手段を含み、

前記ガス当り度合い判定手段は、

前記複数の気筒のそれぞれに対して取得された前記変動周期相関値に基いて、前記複数の

10

20

30

40

50

の気筒のうちで前記下流側空燃比センサの出力値に最も大きい影響を与える排ガスを排出している気筒をガス当り最良気筒として特定するガス当り最良気筒特定手段を含み、

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記フューエルカット運転の終了時点以降に前記下流側空燃比センサの出力値に基づいて前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたか否かを判定するとともに、前記フューエルカット運転の終了時点から前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたと判定される時点までのフューエルカット終了後期間において、前記特定されたガス当り最良気筒の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比よりも大きく且つ理論空燃比よりは小さい空燃比になるように、前記気筒別空燃比を補正するフューエルカット終了後制御を実行する気筒別空燃比補正手段を含む、

10

空燃比制御装置。

【請求項 9】

請求項 7 又は請求項 8 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記気筒別空燃比補正手段は、

前記フューエルカット終了後期間における前記複数の気筒の気筒別空燃比の平均値が、前記フューエルカット終了後期間の経過後において前記リッチ要求が発生している場合における前記複数の気筒の気筒別空燃比の平均値よりも小さくなるように、前記気筒別空燃比を補正するように構成された、空燃比制御装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記ガス当り度合い判定手段は、

前記複数の気筒のそれぞれに対応する前記取得された変動周期相関値に基づいて、前記複数の気筒のそれぞれから排出される排ガスの前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いを示す気筒別影響度指標値を前記複数の気筒のそれぞれに対して取得する気筒別影響度指標値取得手段を含み、

20

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記三元触媒の最大酸素吸蔵量を取得する最大酸素吸蔵量取得手段と、

前記リッチ要求が発生している期間において、前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが第 1 の値である気筒の気筒別空燃比が前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが前記第 1 の値よりも小さい第 2 の値である気筒の気筒別空燃比よりも大きく且つ理論空燃比よりも小さい空燃比であって更に前記取得された最大酸素吸蔵量が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する制御ハンチング防止制御を実行する気筒別空燃比補正手段と、を含む、

30

空燃比制御装置。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、

前記ガス当り度合い判定手段は、

前記複数の気筒のそれぞれに対応する前記取得された変動周期相関値に基づいて、前記複数の気筒のそれぞれから排出される排ガスの前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いを示す気筒別影響度指標値を前記複数の気筒のそれぞれに対して取得する気筒別影響度指標値取得手段を含み、

40

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記三元触媒の最大酸素吸蔵量を取得する最大酸素吸蔵量取得手段と、

前記リーン要求が発生している期間において、前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが第 1 の値である気筒の気筒別空燃比が前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが前記第 1 の値よりも小さい第 2 の値である気筒の気筒別空燃比よりも小さく且つ理論空燃比よりも大きい空燃比であって更に前記取得された最大酸素吸蔵量が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補

50

正する制御ハンチング防止制御を実行する気筒別空燃比補正手段と、を含む、  
空燃比制御装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、  
前記ガス当り度合い判定手段は、  
前記複数の気筒のそれぞれに対して取得された前記変動周期相関値に基いて、前記複数の気筒のうちで前記下流側空燃比センサの出力値に最も大きい影響を与える排ガスを排出している気筒をガス当り最良気筒として特定するガス当り最良気筒特定手段を含み、  
前記気筒別空燃比制御手段は、  
前記三元触媒の最大酸素吸蔵量を取得する最大酸素吸蔵量取得手段と、  
前記リッチ要求が発生している期間において、前記特定されたガス当り最良気筒の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比よりも大きく且つ理論空燃比よりも小さい空燃比であって更に前記取得された最大酸素吸蔵量が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する制御ハンチング防止制御を実行する気筒別空燃比補正手段と、  
を含む、  
空燃比制御装置。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、  
前記ガス当り度合い判定手段は、  
前記複数の気筒のそれぞれに対して取得された前記変動周期相関値に基いて、前記複数の気筒のうちで前記下流側空燃比センサの出力値に最も大きい影響を与える排ガスを排出している気筒をガス当り最良気筒として特定するガス当り最良気筒特定手段を含み、  
前記気筒別空燃比制御手段は、  
前記三元触媒の最大酸素吸蔵量を取得する最大酸素吸蔵量取得手段と、  
前記リーン要求が発生している期間において、前記特定されたガス当り最良気筒の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比よりも小さく且つ理論空燃比よりも大きい空燃比であって更に前記取得された最大酸素吸蔵量が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する制御ハンチング防止制御を実行する気筒別空燃比補正手段と、  
を含む、  
空燃比制御装置。

20

30

【請求項 1 4】

請求項 1 乃至請求項 1 3 の何れか一項に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、  
前記変動周期相関値取得手段は、  
前記下流側空燃比センサの出力値の軌跡長、  
前記下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化した時点から理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと変化し更にその後再び理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化する時点までの時間に対応する反転周期、  
前記下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値となってから理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値となるまでの期間における前記三元触媒に流入する過剰な酸素の総量に応じた同三元触媒の吸蔵酸素量、及び、  
前記下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値となってから理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値となるまでの期間における前記三元触媒に流入する過剰な未燃物の総量に応じた同三元触媒の放出酸素量、  
の少なくとも何れか一つを、基本パラメータとして取得し、  
前記取得された基本パラメータに相関する値を前記変動周期相関値として取得するように構成された空燃比制御装置。

40

【請求項 1 5】

50

多気筒内燃機関が有する複数の気筒から排出された排ガスが集合する前記機関の排気通路の排気集合部よりも下流側の位置に配設された三元触媒と、

前記排気通路の前記三元触媒よりも下流側の位置に配設されるとともに同配設された位置を通過する排ガスの空燃比に応じて変化する出力値を出力する下流側空燃比センサと、

前記複数の気筒のそれぞれの燃焼室に混合気を供給するとともに同それぞれの燃焼室に供給される混合気空燃比である気筒別空燃比を前記複数の気筒間において互いに独立して調整することが可能に構成された気筒別混合気供給手段と、

前記触媒に流入する排ガスである触媒流入ガスの空燃比を理論空燃比よりも小さいリッチ空燃比に設定する要求であるリッチ要求と前記触媒流入ガスの空燃比を理論空燃比よりも大きいリーン空燃比に設定する要求であるリーン要求との何れの空燃比要求が発生しているかを前記下流側空燃比センサの出力値に基いて決定するとともに、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれが前記決定された空燃比要求に応じた空燃比となるように同複数の気筒の気筒別空燃比を制御する気筒別空燃比制御手段と、

を備え、前記複数の気筒のそれぞれから排出された排ガスの前記下流側空燃比センサへの当り方の程度が同複数の気筒間において均一でなく同複数の気筒のそれぞれから排出された排ガスの同下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが同複数の気筒間において相違する内燃機関の空燃比制御装置において、

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記機関の運転状態が所定の気筒別空燃比制御条件を満たしているか否かを判定するとともに同機関の運転状態が同気筒別空燃比制御条件を満たしていると判定している場合、前記複数の気筒のうちで前記下流側空燃比センサの出力値に最も大きい影響を与える排ガスを排出している気筒であるガス当り最良気筒の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比と相違するように前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する気筒別空燃比補正手段を含む、

空燃比制御装置。

#### 【請求項 16】

請求項 15 に記載された内燃機関の空燃比制御装置において、

前記気筒別空燃比補正手段は、

前記機関の吸入空気量が第 1 閾値吸入空気量以上である場合、及び、前記機関の吸入空気量が前記第 1 閾値吸入空気量よりも小さい第 2 閾値吸入空気量以下である場合、の少なくとも一方の場合に、前記気筒別空燃比制御条件が満たされていると判定するように構成され、且つ、

前記リッチ要求が発生している期間において、前記ガス当り最良気筒の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比よりも小さくなるように前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正するフィードバック周期短縮化制御を実行するように構成された空燃比制御装置。

#### 【請求項 17】

請求項 15 に記載された内燃機関の空燃比制御装置において、

前記気筒別空燃比補正手段は、

前記機関の吸入空気量が第 1 閾値吸入空気量以上である場合、及び、前記機関の吸入空気量が前記第 1 閾値吸入空気量よりも小さい第 2 閾値吸入空気量以下である場合、の少なくとも一方の場合に、前記気筒別空燃比制御条件が満たされていると判定するように構成され、且つ、

前記リーン要求が発生している期間において、前記ガス当り最良気筒の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比よりも大きくなるように前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正するフィードバック周期短縮化制御を実行するように構成された空燃比制御装置。

#### 【請求項 18】

請求項 15 に記載された内燃機関の空燃比制御装置において、

前記気筒別混合気供給手段は、

所定のフューエルカット開始条件が成立したとき前記複数の気筒の総ての燃焼室への混合気の供給を停止するフューエルカット運転を行い且つ同フューエルカット運転中に所定のフューエルカット終了条件が成立したとき同フューエルカット運転を終了して前記複数の気筒の総ての燃焼室への混合気の供給を再開するフューエルカット手段を含み、

前記気筒別空燃比補正手段は、

前記フューエルカット運転の終了時点以降に前記下流側空燃比センサの出力値に基いて前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたか否かを判定するとともに、前記フューエルカット運転の終了時点から前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたときと判定される時点までのフューエルカット終了後期間において前記気筒別空燃比制御条件が満たされていると判定するように構成され、且つ、

前記フューエルカット終了後期間において前記ガス当り最良気筒の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比よりも大きく且つ理論空燃比よりは小さい空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正するフューエルカット終了後制御を実行するように構成された空燃比制御装置。

【請求項 19】

請求項 15 に記載された内燃機関の空燃比制御装置において、

前記気筒別空燃比補正手段は、

前記三元触媒の最大酸素吸蔵量を取得するとともに前記取得された最大酸素吸蔵量が所定の閾値最大酸素吸蔵量よりも小さいか否かを判定し、前記取得された最大酸素吸蔵量が所定の閾値最大酸素吸蔵量よりも小さいと判定した場合に前記気筒別空燃比制御条件が満たされていると判定するように構成され、且つ、

前記リッチ要求が発生している期間において、前記ガス当り最良気筒の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比よりも大きく且つ理論空燃比よりも小さい空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する制御ハンチング防止制御を実行するように構成された空燃比制御装置。

【請求項 20】

請求項 15 に記載された内燃機関の空燃比制御装置において、

前記三元触媒の最大酸素吸蔵量を取得するとともに前記取得された最大酸素吸蔵量が所定の閾値最大酸素吸蔵量よりも小さいか否かを判定し、前記取得された最大酸素吸蔵量が所定の閾値最大酸素吸蔵量よりも小さいと判定した場合に前記気筒別空燃比制御条件が満たされていると判定するように構成され、且つ、

前記リーン要求が発生している期間において、前記ガス当り最良気筒の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比よりも小さく且つ理論空燃比よりも大きい空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する制御ハンチング防止制御を実行するように構成された空燃比制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、排気通路に三元触媒を備えた内燃機関の空燃比制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、多気筒内燃機関から排出される排ガスを浄化するために同機関の排気通路に三元触媒（触媒コンバータ）が配設されている。三元触媒は、周知のように、その三元触媒に流入するガスの成分に応じて酸素を吸蔵及び放出する「酸素吸蔵機能（酸素吸蔵放出機能）」を有する。以下、三元触媒は単に「触媒」とも称呼され、触媒に流入するガスは触媒流入ガスとも称呼され、更に、触媒から流出するガスは触媒流出ガスとも称呼される。

【0003】

従来の空燃比制御装置（従来装置）の一つは、前記機関の排気通路であって前記触媒の上流に配設された上流側空燃比センサと、前記機関の排気通路であって前記触媒の下流に

10

20

30

40

50

配設された下流側空燃比センサと、を備える。その従来装置は、機関に吸入される空気の量に基づいて「機関に供給される混合気空燃比（機関空燃比）を理論空燃比に一致させるための基本燃料噴射量」を求め、その基本燃料噴射量を上流側空燃比センサの出力値及び下流側空燃比センサの出力値に基づいてフィードバック補正するようになっている（例えば、特許文献1を参照。）。更に、この従来装置は、下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリッチ空燃比又はリーン空燃比に相当する値からリーン空燃比又はリッチ空燃比に相当する値へと変化する期間（反転周期に対応する時間であって前記触媒の酸素吸蔵能力に応じて変化する変数）に基づいて前記フィードバック補正の補正量を変更している。これにより、従来装置は、触媒の酸素吸蔵能力に応じた空燃比制御を行うことができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平8-158915号公報

【発明の概要】

【0005】

ところで、上流側空燃比センサは、前記排気通路の排ガス集合部に配設されるとはいえ、各気筒の排気ポートからの距離が相対的に短い位置に配設される。このため、上流側空燃比センサには、特定気筒からの排ガスが他の気筒からの排ガスよりも強く当たる。即ち、各気筒からの排ガスの流量が一定であっても、特定気筒から排出される排ガスは特定気筒以外の気筒から排出される排ガスに比較して「より多量」に上流側空燃比センサ近傍を通過する。従って、上流側空燃比センサの出力値は、特定気筒に供給された混合気空燃比の影響を強く受ける。換言すると、上流側空燃比センサの「特定気筒からの排ガス空燃比」に対する感度は、上流側空燃比センサの「特定気筒以外の気筒からの排ガス空燃比」に対する感度よりも高い。

20

【0006】

これに対し、触媒の下流に配設された下流側空燃比センサには、各気筒から排出された排ガスが互いに同程度の強さで当たると考えられている。即ち、下流側空燃比センサの「ある気筒からの排ガス空燃比」に対する感度と、下流側空燃比センサの「前記ある気筒以外の気筒からの排ガス空燃比」に対する感度と、は略等しいと考えられている。

30

【0007】

しかしながら、図1に例示したように、エキゾーストマニホールド41の形状及び下流側空燃比センサ56の配設位置等によっては、特定気筒（図1に示した例においては第1気筒#1）から排出された排ガスが下流側空燃比センサ56に相対的に強く当たり、そのために、下流側空燃比センサ56の「特定気筒からの排ガス空燃比」に対する感度が、下流側空燃比センサ56の「特定気筒以外の気筒からの排ガス空燃比」に対する感度よりも高くなる場合があることが判明した。換言すると、発明者は「下流側空燃比センサ56の出力値は、特定気筒から排出された排ガス空燃比（従って、その特定気筒に供給された混合気空燃比）の影響を、他の気筒から排出された排ガス空燃比に比較して、より強く受けて変化することがある。」との知見を得た。

40

【0008】

しかしながら、従来装置は、下流側空燃比センサ56の出力値が特定気筒の排ガス空燃比の影響を他の気筒の排ガスに比較してより強く受けることを考慮しておらず、下流側空燃比センサ56の出力値に基づいて総ての気筒空燃比を一律に制御している。それ故、従来装置にはエミッションを改善する余地が残されている。更に、下流側空燃比センサ56の出力値が特定気筒からの排ガス空燃比の影響を相対的に強く受けることを積極的に利用した空燃比制御を行うためには、その特定気筒がどの気筒であるのかを決定する必要がある。

【0009】

本発明は上記課題に対処するために為されたものである。本発明による内燃機関の空燃

50

比制御装置の第1の態様(以下、単に「第1発明装置」とも称呼する。)の目的は、各気筒に供給される混合気の空燃比を適切に設定することにより、各気筒から排出される排ガスの「下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」を判定(決定・特定)することができる内燃機関の空燃比制御装置を提供することにある。第1発明装置は、この「下流側空燃比センサの出力値への影響度合い(即ち、下流側空燃比センサの「各気筒からの排ガスの空燃比」に対する感度)」を判定することができるので、その判定結果に基づいて各気筒の空燃比を運転状態等に応じて適切に制御することが可能である。

#### 【0010】

より具体的に述べると、第1発明装置は、多気筒内燃機関が有する複数の気筒から排出された排ガスが集合する前記機関の排気通路の排気集合部よりも下流側の位置に配設された三元触媒と、下流側空燃比センサと、気筒別混合気供給手段と、気筒別空燃比制御手段と、を備える内燃機関の空燃比制御装置である。但し、第1発明装置は、上流側空燃比センサを更に備え、その上流側空燃比センサの出力値を用いて空燃比制御を行ってもよい。

10

#### 【0011】

前記下流側空燃比センサは、前記排気通路の前記三元触媒よりも下流側の位置に配設される。前記下流側空燃比センサは、それが配設された位置を通過する排ガスの空燃比に応じて変化する出力値を出力する。

#### 【0012】

前記気筒別混合気供給手段は、前記複数の気筒のそれぞれの燃焼室に混合気を供給する。更に、前記気筒別混合気供給手段は、それぞれの燃焼室に供給される混合気空燃比(即ち、気筒別空燃比)を、前記複数の気筒間において互いに独立して調整することが可能となるように構成されている。例えば、前記気筒別混合気供給手段は、複数の燃料噴射弁であって、それぞれが前記複数の気筒のそれぞれの燃焼室に供給される混合気に含まれる燃料を噴射するように構成された複数の燃料噴射弁、を含むことができる。

20

#### 【0013】

前記気筒別空燃比制御手段は、リッチ要求が発生しているか、リーン要求が発生しているか、を下流側空燃比センサの出力値に基いて決定する。

リッチ要求は、触媒流入ガスの空燃比を理論空燃比よりも小さい空燃比(即ち、リッチ空燃比)に設定する要求である。

リーン要求は、触媒流入ガスの空燃比を理論空燃比よりも大きい空燃比(即ち、リーン空燃比)に設定する要求である。

30

#### 【0014】

リッチ要求及びリーン要求の何れの空燃比要求が発生しているかの判定手法は、特に限定されない。例えば、前記気筒別空燃比制御手段は、下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリッチな空燃比(理論空燃比よりも小さい空燃比)に相当する値である場合にリーン要求が発生していると判定し、下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリーンな空燃比(理論空燃比よりも大きい空燃比)に相当する値である場合にリッチ要求が発生していると判定することができる。勿論、前記気筒別空燃比制御手段は、複数の閾値と下流側空燃比センサの出力値とを比較すること、及び、下流側空燃比センサの出力値の時間微分値を利用すること、等により、リッチ要求及びリーン要求の何れの空燃比要求が発生しているかを判定してもよい。

40

#### 【0015】

更に、前記気筒別空燃比制御手段は、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれが「前記決定された空燃比要求(リッチ要求であるかリーン要求であるか)」に応じた空燃比となるように、その複数の気筒の気筒別空燃比を制御する。即ち、前記気筒別空燃比制御手段は、前記決定された空燃比要求がリッチ要求であれば気筒別空燃比を理論空燃比よりも小さい空燃比(リッチ空燃比)に設定し、前記決定された空燃比要求がリーン要求であれば気筒別空燃比を理論空燃比よりも大きい空燃比(リーン空燃比)に設定する。

#### 【0016】

なお、前記気筒別空燃比制御手段は、下流側空燃比センサの出力値と所定の下流側目標

50

値との偏差をなくすように、比例積分微分（PID）制御又は比例積分（PI）制御等に基いて前記複数の気筒の気筒別空燃比を制御してもよい。この場合においても、前記気筒別空燃比制御手段は、下流側空燃比センサの出力値に基いて「リッチ要求及びリーン要求」の何れの空燃比要求が発生しているのかを自動的に且つ実質的に判定し、その空燃比要求に応じて複数の気筒の気筒別空燃比を制御していると言うことができる。

【0017】

加えて、前記気筒別空燃比制御手段は、変動周期相関値取得手段と、ガス当り度合い判定手段と、を含む。

【0018】

前記変動周期相関値取得手段は、

前記複数の気筒のうちの一つの気筒を選択気筒として選択し且つ「前記選択気筒の気筒別空燃比」が「前記複数の気筒のうち残りの気筒（即ち、非選択気筒）の気筒別空燃比」と相違するように、前記複数の気筒のそれぞれの気筒別空燃比を変更するとともに、「前記下流側空燃比センサの出力値の変動周期に相関を有する値」を「前記選択気筒に対応する変動周期相関値」として取得する動作を、総ての気筒のそれぞれが前記選択気筒として選択されるまで繰り返し実行する。

【0019】

例えば、リッチ要求が発生している期間において、他の気筒から排出される排ガスに比べて下流側空燃比センサに相対的に強く当たる排ガスを排出している気筒（以下、「ガス当りの強い気筒」、「ガス当りの程度が高い気筒」又は「ガス当りの良い気筒」とも云う。）に供給される混合気空燃比が、他の気筒に供給される混合気空燃比よりも小さい（よりリッチな）空燃比に設定されると、そのガス当りの強い気筒からの排ガスに含まれている未燃物が触媒にて浄化されることなく触媒から流出したとき、その未燃物の量が相対的に僅かであったとしても下流側空燃比センサの出力値は理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化する。その結果、下流側空燃比センサの出力値の変動周期（後述する、反転周期に相関する周期）は短くなる（図6の曲線C4を参照。）。

【0020】

これに対し、リッチ要求が発生している期間において、他の気筒から排出される排ガスに比べて下流側空燃比センサに相対的に弱く当たる排ガスを排出している気筒（以下、「ガス当りの弱い気筒」、「ガス当りの程度が低い気筒」又は「ガス当りの悪い気筒」とも云う。）に供給される混合気空燃比が、他の気筒に供給される混合気空燃比よりも小さい（よりリッチな）空燃比に設定された場合において、そのガス当りの弱い気筒からの排ガスに含まれている未燃物が触媒にて浄化されることなく触媒から流出したとしても、その未燃物の量が相対的に多くなり下流側空燃比センサの出力値は理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化しない。その結果、下流側空燃比センサの出力値の変動周期（後述する、反転周期に相関する周期）は長くなる（図6の曲線C1を参照。）。

【0021】

同様に、例えば、リーン要求が発生している期間において、ガス当りの強い気筒に供給される混合気空燃比が、他の気筒に供給される混合気空燃比よりも大きい（よりリーンな）空燃比に設定されると、そのガス当りの強い気筒からの排ガスに含まれている過剰な酸素が触媒に吸蔵されることなく触媒から流出したとき、その酸素の量が相対的に僅かであったとしても下流側空燃比センサの出力値は理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと変化する。その結果、下流側空燃比センサの出力値の変動周期（後述する、反転周期に相関する周期）は短くなる。

【0022】

これに対し、リーン要求が発生している期間において、ガス当りの弱い気筒に供給される混合気空燃比が、他の気筒に供給される混合気空燃比よりも大きい（よりリーンな）空燃比に設定された場合において、そのガス当りの弱い気筒からの排ガスに含まれている過剰な酸素が触媒に吸蔵されることなく触媒から流出したとしても、その酸素の量が相

10

20

30

40

50

対的に多くなならない限り下流側空燃比センサの出力値は理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと変化しない。その結果、下流側空燃比センサの出力値の変動周期（後述する、反転周期に相関する周期）は長くなる。

【0023】

以上から理解されるように、前記取得される変動周期相関値は、前記選択気筒からの排ガスの空燃比に対する下流側空燃比センサ感度（即ち、各気筒からの排ガスの「下流側空燃比センサへのガス当りの程度」であり、且つ、各気筒からの排ガスの空燃比の下流側空燃比センサの出力値への影響度合い）に応じて変化する。

【0024】

そこで、前記ガス当り度合い判定手段は、前記複数の気筒のそれぞれに対応する「前記取得された変動周期相関値」に基づいて、前記複数の気筒のそれぞれから排出される排ガスの前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いを判定する。

10

【0025】

このように、第1発明装置によれば、各気筒からの排ガスの下流側空燃比センサの出力値への影響度合いを取得することができる。よって、各気筒からの排ガスの下流側空燃比センサの出力値への影響度合いを利用して気筒別空燃比を制御することが可能になるから、エミッションを改善することが可能な空燃比制御装置が提供され得る。

【0026】

第1発明装置において、前記ガス当り度合い判定手段は、

前記複数の気筒のそれぞれに対応する「前記取得された変動周期相関値」に基づいて、「前記複数の気筒のそれぞれから排出される排ガス」の「前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合い（即ち、「気筒別影響度指標値）」を、前記複数の気筒のそれぞれに対して取得する気筒別影響度指標値取得手段を含むことができる。

20

【0027】

更に、前記気筒別空燃比制御手段は、

前記リッチ要求が発生している期間において、「前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」が「第1の値」である気筒の気筒別空燃比が、「前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」が「前記第1の値よりも小さい第2の値」である気筒の気筒別空燃比よりも小さくなるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する気筒別空燃比補正手段を含むことができる。この気筒別空燃比補正手段による気筒別空燃比の補正は、フィードバック周期短縮化制御とも称される。

30

【0028】

これによれば、リッチ要求が発生している場合、「ガス当りが相対的に強い気筒の空燃比」が「ガス当りの相対的に弱い気筒の空燃比」よりも「よりリッチなく（小さい）空燃比」に設定される。従って、下流側空燃比センサの出力値が、理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと早期に変化する。これにより、排ガスが燃焼室から下流側空燃比センサまで移動する時間（排ガスの輸送遅れ時間）が大きい場合、及び、排ガスの流量が比較的大きいためにリーン要求が発生したことを迅速に判定しなければならない場合（換言すると、下流側空燃比センサ自体の空燃比変化に対する応答遅れ時間が空燃比制御上無視できないようになる場合）、等において、リーン要求が発生したとの判定を早期に行うことができる。この結果、触媒に多量の未燃物が流入しないように触媒流入ガスの空燃比を適切に制御することができる。従って、エミッションを改善することができる。

40

【0029】

第1発明装置において、前記ガス当り度合い判定手段が前記気筒別影響度指標値取得手段を含む場合、前記気筒別空燃比制御手段は、

前記リーン要求が発生している期間において、「前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」が「第1の値」である気筒の気筒別空燃比が、「前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」が「前記第1の値よりも小さい第2の値」である気筒の気筒別空燃比より

50

も大きくなるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する気筒別空燃比補正手段を含むことができる。この気筒別空燃比補正手段による気筒別空燃比の補正も、フィードバック周期短縮化制御と称呼される。

【0030】

これによれば、リーン要求が発生している場合、「ガス当りが相対的に強い気筒の空燃比」が「ガス当りの相対的に弱い気筒の空燃比」よりも「よりリーンな（大きい）空燃比」に設定される。従って、下流側空燃比センサの出力値が、理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと早期に変化する。これにより、排ガスの輸送遅れ時間が大きい場合、及び、排ガスの流量が比較的大きいために下流側空燃比センサ自体の空燃比変化に対する応答遅れ時間が空燃比制御上無視できないようになる場合、等において、リッチ要求が発生したとの判定を早期に行うことができる。この結果、触媒に多量のNO<sub>x</sub>が流入しないように触媒流入ガスの空燃比を適切に制御することができる。従って、エミッションを改善することができる。

10

【0031】

更に、第1発明装置において、

前記ガス当り度合い判定手段は、

前記複数の気筒のそれぞれに対して取得された前記変動周期相関値に基いて、前記複数の気筒のうちで「前記下流側空燃比センサの出力値に最も大きい影響を与える排ガスを排出している気筒」を「ガス当り最良気筒」として特定するガス当り最良気筒特定手段を含むことができる。

20

【0032】

この場合、前記気筒別空燃比制御手段は、

前記リッチ要求が発生している期間において「前記特定されたガス当り最良気筒の気筒別空燃比」が「前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比」よりも小さい空燃比となるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する制御（フィードバック周期短縮化制御）を実行する気筒別空燃比補正手段を含むことができる。

【0033】

これによれば、リッチ要求が発生している期間において、「ガス当り最良気筒の気筒別空燃比」が「ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比」よりも小さい（よりリッチな）空燃比に設定される。従って、下流側空燃比センサの出力値が、理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと早期に変化する。この結果、リーン要求が発生したとの判定を早期に行うことができる。この結果、触媒に多量の未燃物が流入しないように触媒流入ガスの空燃比を適切に制御することができる。従って、第1発明装置は、エミッションを改善することができる。

30

【0034】

第1発明装置において、前記ガス当り度合い判定手段が前記ガス当り最良気筒特定手段を含む場合、前記気筒別空燃比制御手段は、

前記リーン要求が発生している期間において、「前記特定されたガス当り最良気筒の気筒別空燃比」が「前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比」よりも大きい空燃比となるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する制御（フィードバック周期短縮化制御）を実行する気筒別空燃比補正手段を含むことができる。

40

【0035】

これによれば、リーン要求が発生している期間において、「ガス当り最良気筒の気筒別空燃比」が「ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比」よりも大きい（よりリーンな）空燃比に設定される。従って、下流側空燃比センサの出力値が、理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと早期に変化する。この結果、リッチ要求が発生したとの判定を早期に行うことができる。この結果、触媒に多量のNO<sub>x</sub>が流入しないように触媒流入ガスの空燃比を適切に制御することができる。従って、第1発明装置は、エミッションを改善す

50

ることができる。

【0036】

上述した気筒別空燃比補正手段は、

前記フィードバック周期短縮化制御を、前記機関の吸入空気量が第1閾値吸入空気量以上である場合、及び、前記機関の吸入空気量が前記第1閾値吸入空気量よりも小さい第2閾値吸入空気量以下である場合、の少なくとも一方の場合に実行するように構成され得る。

【0037】

この構成によれば、排ガスの流量が大量であるためにリーン要求が発生したことを迅速に判定しなければならない場合（換言すると、下流側空燃比センサ自体の空燃比変化に対する応答遅れ時間が空燃比制御上無視できないようになる場合）、及び/又は、排ガスの流量が微量であるために排ガスが燃焼室から下流側空燃比センサまで移動する時間（排ガスの輸送遅れ時間）が大きい場合において、前記フィードバック周期短縮化制御が実行される。従って、触媒に過大な量の「酸素及び/又は未燃物」が流入することを回避することができる。従って、エミッションが改善され得る。

10

【0038】

ところで、機関が所定の運転条件（例えば、減速運転）にあるとき、所謂「フューエルカット運転」が実行される。即ち、前記気筒別混合気供給手段は、所定のフューエルカット開始条件が成立したとき前記複数の気筒の総ての燃焼室への混合気の供給を停止するフューエルカット運転を行い、且つ、そのフューエルカット運転中に所定のフューエルカット終了条件が成立したときそのフューエルカット運転を終了して前記複数の気筒の総ての燃焼室への混合気の供給を再開するフューエルカット手段を含むことができる。

20

【0039】

この場合、前記ガス当り度合い判定手段は、前述した気筒別影響度指標値取得手段を含むことができる。

【0040】

更に、前記気筒別空燃比制御手段は、

(1) 前記フューエルカット運転の終了時点以降に前記下流側空燃比センサの出力値に基づいて前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたか否かを判定するとともに、

(2) 「前記フューエルカット運転の終了時点」から「前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めた」と判定される時点」までの期間（即ち、フューエルカット終了後期間）において、「前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが第1の値である気筒」の気筒別空燃比が、「前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが前記第1の値よりも小さい第2の値である気筒」の気筒別空燃比よりも大きく、且つ、理論空燃比よりは小さい空燃比、になるように、前記気筒別空燃比を補正するフューエルカット終了後制御を実行する気筒別空燃比補正手段を含むことができる。

30

【0041】

フューエルカット運転中においては多量の酸素が触媒に流入するので、触媒の酸素吸蔵量は最大酸素吸蔵量に到達する。そのため、フューエルカット終了後期間における空燃比要求はリッチ要求であり、触媒にはリッチ空燃比の排ガスが供給される。よって、フューエルカット終了時点から所定の時間が経過すると、触媒の下流に未燃物が流出し始めるので、空燃比要求はリーン要求へと変化する。

40

【0042】

この時点（触媒の下流に未燃物が流出し始める時点）においては、触媒に担持されている酸素吸蔵材は酸素を十分に放出して還元状態となっているが、「触媒物質である貴金属（特に、ロジウム等）」は十分に還元状態に至っていない。即ち、貴金属はフューエルカット運転中の多量の酸素によって酸化された状態にあり、貴金属がこの状態を脱するためには、酸素吸蔵材から「フューエルカット運転中に吸蔵した過剰な酸素」を放出させるのに必要な未燃物よりも「より多くの未燃物（還元剤）」が必要である。

50

## 【 0 0 4 3 】

そこで、上記気筒別空燃比補正手段のように、フューエルカット終了後期間において、「下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが第1の値である気筒（ガス当りの相対的に強い気筒）」の空燃比を、「前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが前記第1の値よりも小さい第2の値である気筒（ガス当りの相対的に弱い気筒）」の空燃比よりも大きい空燃比（但し、理論空燃比よりは小さいリッチ空燃比）に設定する。

## 【 0 0 4 4 】

これにより、下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化するタイミング（即ち、前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたと判定される時点）を従来装置よりも遅らせることができるので、フューエルカット終了後期間において触媒の貴金属を還元させるのに十分な未燃物を触媒に流入させることができる。この結果、フューエルカット運転の終了後において「貴金属が還元されていないために触媒の浄化能力が低下すること」を回避することができる。

10

## 【 0 0 4 5 】

同様な理由から、前記気筒別混合気供給手段が前記フューエルカット手段を含み、且つ、前記ガス当り度合い判定手段が前記ガス当り最良気筒特定手段を含む場合、前記気筒別空燃比制御手段は、

（1）前記フューエルカット運転の終了時点以降に前記下流側空燃比センサの出力値に基いて前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたか否かを判定するとともに、

（2）前記フューエルカット運転の終了時点から前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたと判定される時点までのフューエルカット終了後期間において、「前記特定されたガス当り最良気筒の気筒別空燃比」が「前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比」よりも大きく且つ理論空燃比よりは小さい空燃比になるように、前記気筒別空燃比を補正するフューエルカット終了後制御を実行する気筒別空燃比補正手段を含むことが好適である。

20

## 【 0 0 4 6 】

これによっても、フューエルカット終了後におけるガス当り最良気筒の空燃比が理論空燃比へと近づけられるので、フューエルカット終了後期間の終了時点（即ち、前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたと判定される時点）を遅らせることができる。その結果、フューエルカット終了後期間において触媒の貴金属を還元させるのに十分な未燃物を触媒に流入させることができるので、フューエルカット運転の終了後において「貴金属が還元されていないために触媒の浄化能力が低下すること」を回避することができる。

30

## 【 0 0 4 7 】

更に、前記気筒別混合気供給手段が前記フューエルカット手段を含む場合、前記気筒別空燃比補正手段は、「前記フューエルカット終了後期間における前記複数の気筒の気筒別空燃比の平均値」が「前記フューエルカット終了後期間の経過後において、前記リッチ要求が発生している場合における前記複数の気筒の気筒別空燃比の平均値」よりも小さくなる（よりリッチな空燃比となる）ように、前記気筒別空燃比を補正するように構成されることが好適である。

## 【 0 0 4 8 】

これによれば、フューエルカット終了後期間において触媒に十分な未燃物を供給することができるとともに、フューエルカット終了後から短時間内に触媒を通常の状態へと移行させることができる。

40

## 【 0 0 4 9 】

更に、第1発明装置において、前記ガス当り度合い判定手段が前記気筒別影響度指標値取得手段を含む場合、前記気筒別空燃比制御手段は、

前記三元触媒の最大酸素吸蔵量を取得する最大酸素吸蔵量取得手段と、

前記リッチ要求が発生している期間において、

「前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」が「第1の値」である気筒の気筒別空燃比が、

50

(1) 「前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」が「前記第1の値よりも小さい第2の値」である気筒の気筒別空燃比よりも大きく、且つ、

(2) 理論空燃比よりも小さい空燃比であって、更に、

(3) 前記取得された最大酸素吸蔵量が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比、になるように、

前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する制御ハンチング防止制御を実行する気筒別空燃比補正手段と、

を含むことができる。

#### 【0050】

これによれば、リッチ要求が発生している期間において、「ガス当りが相対的に強い気筒の空燃比」が「ガス当りの相対的に弱い気筒の空燃比」よりも「よりリーンな(大きい)空燃比」に設定される。しかも、「ガス当りが相対的に強い気筒の空燃比」は、理論空燃比よりはリッチな(小さい)空燃比であり、且つ、触媒の最大酸素吸蔵量が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比となる。

#### 【0051】

触媒の最大酸素吸蔵量が小さくなると、上述した下流側空燃比センサの出力値の変動周期(換言すると、空燃比のフィードバック周期)が短くなり、場合により、機関の空燃比(互いに等しい気筒別空燃比)が激しく振動する(ハンチング)するためにエミッションが悪化する。これに対し、リッチ要求が発生している期間における「ガス当りが相対的に強い気筒の空燃比」を上記のように設定すれば、下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化する時期が遅れるので、下流側空燃比センサの出力値の変動周期(換言すると、空燃比のフィードバック周期)を長くすることができる。この結果、最大酸素吸蔵量が小さくなった場合にエミッションが悪化することを回避することができる。

#### 【0052】

同様に、第1発明装置において、前記ガス当り度合い判定手段が前記気筒別影響度指標値取得手段を含む場合、前記気筒別空燃比制御手段は、

前記三元触媒の最大酸素吸蔵量を取得する最大酸素吸蔵量取得手段と、

前記リーン要求が発生している期間において、

「前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」が「第1の値」である気筒の気筒別空燃比が、

(1) 「前記気筒別影響度指標値により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」が「前記第1の値よりも小さい第2の値」である気筒の気筒別空燃比よりも小さく、且つ、

(2) 理論空燃比よりも大きい空燃比であって、更に、

(3) 前記取得された最大酸素吸蔵量が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比、になるように、

前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する制御ハンチング防止制御を実行する気筒別空燃比補正手段と、

を含むことができる。

#### 【0053】

これによれば、リーン要求が発生している期間において、「ガス当りが相対的に強い気筒の空燃比」が「ガス当りの相対的に弱い気筒の空燃比」よりも「よりリッチな(小さい)空燃比」に設定される。しかも、「ガス当りが相対的に強い気筒の空燃比」は、理論空燃比よりはリーン(大きい)空燃比であり、且つ、触媒の最大酸素吸蔵量が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比となる。

#### 【0054】

上述したように、触媒の最大酸素吸蔵量が小さくなると、気筒別空燃比が激しく振動する(ハンチング)するためにエミッションが悪化する場合がある。これに対し、リーン要

10

20

30

40

50

求が発生している期間における「ガス当りが相対的に強い気筒の空燃比」を上記のように設定すれば、下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと変化する時期が遅れるので、下流側空燃比センサの出力値の変動周期（換言すると、空燃比のフィードバック周期）を長くすることができる。この結果、最大酸素吸蔵量が小さくなった場合にエミッションが悪化することを回避することができる。

【0055】

更に、第1発明装置において、前記ガス当り度合い判定手段が前記最良気筒特定手段を含む場合、前記気筒別空燃比制御手段は、

前記三元触媒の最大酸素吸蔵量を取得する最大酸素吸蔵量取得手段と、

前記リッチ要求が発生している期間において、

前記特定されたガス当り最良気筒の気筒別空燃比が、

(1) 「前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒」の気筒別空燃比よりも大きく、且つ、

(2) 理論空燃比よりも小さい空燃比であって、更に、

(3) 前記取得された最大酸素吸蔵量が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比になるように、

前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する制御ハンチング防止制御を実行する気筒別空燃比補正手段と、

を含むことができる。

【0056】

これによれば、リッチ要求が発生している期間において、ガス当り最良気筒の空燃比が相対的に「よりリーンな（大きい）空燃比」に設定される。しかも、ガス当り最良気筒の空燃比は、理論空燃比よりはリッチな（小さい）空燃比であり、且つ、触媒の最大酸素吸蔵量が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比となる。

【0057】

上述したように、触媒の最大酸素吸蔵量が小さくなると、気筒別空燃比が激しく振動する（ハンチング）するためにエミッションが悪化する場合がある。これに対し、上記のように、リッチ要求が発生している期間におけるガス当り最良気筒の空燃比を設定すれば、下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化する時期が遅れるので、下流側空燃比センサの出力値の変動周期（換言すると、空燃比のフィードバック周期）を長くすることができる。この結果、最大酸素吸蔵量が小さくなった場合にエミッションが悪化することを回避することができる。

【0058】

更に、第1発明装置において、前記ガス当り度合い判定手段が前記最良気筒特定手段を含む場合、前記気筒別空燃比制御手段は、

前記三元触媒の最大酸素吸蔵量を取得する最大酸素吸蔵量取得手段と、

前記リーン要求が発生している期間において、

前記特定されたガス当り最良気筒の気筒別空燃比が、

(1) 「前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒」の気筒別空燃比よりも小さく、且つ、

(2) 理論空燃比よりも大きい空燃比であって、更に、

(3) 前記取得された最大酸素吸蔵量が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比になるように、

記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する制御ハンチング防止制御を実行する気筒別空燃比補正手段と、

を含むことができる。

【0059】

これによれば、リーン要求が発生している期間において、ガス当り最良気筒の空燃比が相対的に「よりリッチな（小さい）空燃比」に設定される。しかも、ガス当り最良気筒の空燃比は、理論空燃比よりはリーンな（大きい）空燃比であり、且つ、触媒の最大酸素吸

10

20

30

40

50

蔵量が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比となる。

【0060】

上述したように、触媒の最大酸素吸蔵量が小さくなると、気筒別空燃比が激しく振動する（ハンチング）するためにエミッションが悪化する場合がある。これに対し、上記のように、リーン要求が発生している期間におけるガス当り最良気筒の空燃比を設定すれば、下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと変化する時期が遅れるので、下流側空燃比センサの出力値の変動周期（換言すると、空燃比のフィードバック周期）を長くすることができる。この結果、最大酸素吸蔵量が小さくなった場合にエミッションが悪化することを回避することができる。

【0061】

ところで、前記変動周期相関値取得手段は、以下に述べる少なくとも何れか一つのパラメータを基本パラメータとして取得し、その取得された基本パラメータに相関する値を前記変動周期相関値として取得するように構成され得る。

【0062】

- ・前記下流側空燃比センサの出力値の軌跡長。
- ・前記下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化した時点から理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと変化し更にその後再び理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化する時点までの時間に対応する反転周期。
- ・前記下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値となってから理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値となるまでの期間における前記三元触媒に流入する過剰な酸素の総量に応じた同三元触媒の吸蔵酸素量。
- ・前記下流側空燃比センサの出力値が理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値となってから理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値となるまでの期間における前記三元触媒に流入する過剰な未燃物の総量に応じた同三元触媒の放出酸素量。

【0063】

本発明による内燃機関の空燃比制御装置の第2の態様（以下、単に「第2発明装置」とも称呼する。）も、第1発明装置の種々の態様と同様、各気筒から排出される排ガスの「下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」を考慮した気筒別空燃比制御を行う。

【0064】

ところで、第1発明装置は、変動周期相関値取得手段と、ガス当り度合い判定手段と、を備え、各気筒から排出される排ガスの「下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」を判定（決定）している。しかしながら、各気筒から排出される排ガス又は排ガスの空燃比の「下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」は、例えば、エキゾーストマニホールドの形状、触媒の配設位置、及び、下流側空燃比センサの配設位置等が決まれば、実験等により予め取得され得る。そこで、第2発明装置は、予め取得しておいた「各気筒から排出される排ガスの、下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」に基いて、気筒別空燃比を制御する。

【0065】

具体的に述べると、第2発明装置は、第1発明装置と同様の「三元触媒と、下流側空燃比センサと、気筒別混合気供給手段と、気筒別空燃比制御手段と」を備え、前記複数の気筒のそれぞれから排出された排ガスの前記下流側空燃比センサへの当り方の程度が同複数の気筒間において均一でなく同複数の気筒のそれぞれから排出された排ガスの同下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが同複数の気筒間において相違する内燃機関の空燃比制御装置であって、

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記機関の運転状態が所定の気筒別空燃比制御条件を満たしているか否かを判定するとともに同機関の運転状態が同気筒別空燃比制御条件を満たしていると判定している場合、「前記複数の気筒のうちで前記下流側空燃比センサの出力値に最も大きい影響を与える排ガスを排出している気筒」である「ガス当り最良気筒」の気筒別空燃比が、「前記複数の

10

20

30

40

50

気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒」の気筒別空燃比と相違するように（「ガス当り最良気筒」の気筒別空燃比が「ガス当り最良気筒以外の気筒」の気筒別空燃比と常に相違するように、換言すると、全気筒に共通の空燃比フィードバック補正量を用いる場合、その空燃比フィードバック補正量に対して、ガス当り最良気筒の気筒別空燃比とガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比とが相違するように）、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する気筒別空燃比補正手段を含む。

【0066】

これによれば、各気筒から排出される排ガス（排ガスの空燃比）に対する下流側空燃比センサの感度（即ち、各気筒からの排ガスの「下流側空燃比センサへのガス当りの程度」であり、且つ、各気筒からの排ガスの下流側空燃比センサの出力値への影響度合い）を積極的に利用して、例えば、上記フィードバック周期短縮化制御、上記フューエルカット終了後制御（フューエルカット運転後の触媒の貴金属の還元）、及び、上記制御ハンチング防止制御等を実現することができる。その結果、第2発明装置も、エミッションを改善することができる。

10

【0067】

第2発明装置において、前記気筒別空燃比補正手段は、

前記機関の吸入空気量が第1閾値吸入空気量以上である場合、及び、前記機関の吸入空気量が前記第1閾値吸入空気量よりも小さい第2閾値吸入空気量以下である場合、の少なくとも一方の場合に、前記気筒別空燃比制御条件が満たされていると判定するように構成される。

20

【0068】

更に、前記気筒別空燃比補正手段は、

前記リッチ要求が発生している期間において、「前記ガス当り最良気筒の気筒別空燃比」が「前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比」よりも（常に）小さくなるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正するフィードバック周期短縮化制御を実行するように構成される。

【0069】

この構成によれば、ガス当り最良気筒からの排ガスに対する感度が高い下流側空燃比センサの出力値は、理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと早期に変化する。従って、排ガスの流量が大量であるためにリーン要求が発生したことを迅速に判定しなければならない場合（換言すると、下流側空燃比センサ自体の空燃比変化に対する応答遅れ時間が空燃比制御上無視できないようになる場合）、及び/又は、排ガスの流量が微量であるために排ガスの輸送遅れ時間が大きい場合において、リーン要求が発生したとの判定を早期に行うことができる。この結果、触媒に多量の未燃物が流入しないように触媒流入ガスの空燃比を適切に制御することができる。従って、エミッションを改善することができる。

30

【0070】

或いは、第2発明装置において、前記気筒別空燃比補正手段は、

前記機関の吸入空気量が第1閾値吸入空気量以上である場合、及び、前記機関の吸入空気量が前記第1閾値吸入空気量よりも小さい第2閾値吸入空気量以下である場合、の少なくとも一方の場合に、前記気筒別空燃比制御条件が満たされていると判定するように構成され、且つ、

40

前記リーン要求が発生している期間において、「前記ガス当り最良気筒の気筒別空燃比」が「前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒」の気筒別空燃比よりも（常に）大きくなるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正するフィードバック周期短縮化制御を実行するように構成される。

【0071】

この構成によれば、ガス当り最良気筒からの排ガスに対する感度が高い下流側空燃比センサの出力値は、理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと早期に変化する。従って、排ガスの流量が大量であるためにリッチ要求が発生したことを迅速に判定しなけれ

50

ばならない場合（換言すると、下流側空燃比センサ自体の空燃比変化に対する応答遅れ時間が空燃比制御上無視できないようになる場合）、及び/又は、排ガスの流量が微量であるために排ガスの輸送遅れ時間が大きい場合において、リッチ要求が発生したとの判定を早期に行うことができる。この結果、触媒に多量のNO<sub>x</sub>が流入しないように触媒流入ガスの空燃比を適切に制御することができる。従って、エミッションを改善することができる。

**【0072】**

更に、第2発明装置において、

前記気筒別混合気供給手段が前記フューエルカット手段を含む場合、

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記フューエルカット運転の終了時点以降に前記下流側空燃比センサの出力値に基いて前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたか否かを判定するとともに、前記フューエルカット運転の終了時点から前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたと判定される時点までの「フューエルカット終了後期間」において前記気筒別空燃比制御条件が満たされていると判定するように構成され、且つ、

前記フューエルカット終了後期間において、「前記ガス当り最良気筒の気筒別空燃比」が「前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比」よりも（常に）大きく且つ理論空燃比よりは小さい空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正するフューエルカット終了後制御を実行するように構成される。

**【0073】**

この構成によれば、フューエルカット終了後において、ガス当り最良気筒の空燃比が理論空燃比へと近づけられるので、フューエルカット終了後期間の終了時点（三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたと判定される時点）を遅らせることができる。その結果、フューエルカット終了後期間において触媒の貴金属を還元させるのに十分な未燃物を触媒に流入させることができるので、フューエルカット運転の終了後において「貴金属が還元されていないために触媒の浄化能力が低下すること」を回避することができる。

**【0074】**

更に、第2発明装置において、前記気筒別空燃比補正手段は、

前記三元触媒の最大酸素吸蔵量を取得するとともに、前記取得された最大酸素吸蔵量が所定の閾値最大酸素吸蔵量よりも小さいか否かを判定し、前記取得された最大酸素吸蔵量が所定の閾値最大酸素吸蔵量よりも小さいと判定した場合に前記気筒別空燃比制御条件が満たされていると判定するように構成され、且つ、

前記リッチ要求が発生している期間において、「前記ガス当り最良気筒の気筒別空燃比」が「前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比」よりも（常に）大きく且つ理論空燃比よりも小さい空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する制御ハンチング防止制御を実行するように構成される。

**【0075】**

これによれば、触媒が劣化して最大酸素吸蔵量が所定の閾値最大酸素吸蔵量よりも小さくなっている場合であって、リッチ要求が発生している期間において、「ガス当り最良気筒の空燃比」が「ガス当り最良気筒以外の気筒の空燃比」よりも「よりリーンであり且つ理論空燃比により近い空燃比」に設定される。

**【0076】**

前述したように、触媒の最大酸素吸蔵量が小さくなると、下流側空燃比センサの出力値の変動周期（換言すると、空燃比のフィードバック周期）が短くなり、場合により、気筒別空燃比が激しく振動する（ハンチング）する。これに対し、上記構成によれば、ガス当り最良気筒からの排ガスに対する感度が高い下流側空燃比センサの出力値が「理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値」へと変化する時期が遅れるので、下流側空燃比センサの出力値の反転周期（換言すると、空燃比のフィードバック周期）を長くすることができる。この結果、最大酸素吸蔵量が小さくなった場合にエミッションが悪化することを回避することができる。

## 【0077】

更に、第2発明装置において、前記気筒別空燃比補正手段は、

前記三元触媒の最大酸素吸蔵量を取得するとともに前記取得された最大酸素吸蔵量が所定の閾値最大酸素吸蔵量よりも小さいか否かを判定し、前記取得された最大酸素吸蔵量が所定の閾値最大酸素吸蔵量よりも小さいと判定した場合に前記気筒別空燃比制御条件が満たされていると判定するように構成され、且つ、

前記リーン要求が発生している期間において、「前記ガス当り最良気筒の気筒別空燃比」が「前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比」よりも（常に）小さく且つ理論空燃比よりも大きい空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する制御ハンチング防止制御を実行するように構成される。

10

## 【0078】

これによれば、触媒が劣化して最大酸素吸蔵量が所定の閾値最大酸素吸蔵量よりも小さくなっている場合であって、リーン要求が発生している期間において、「ガス当り最良気筒の空燃比」が「ガス当り最良気筒以外の気筒の空燃比」よりも「よりリッチであり且つ理論空燃比により近い空燃比」に設定される。

## 【0079】

前述したように、触媒の最大酸素吸蔵量が小さくなると、下流側空燃比センサの出力値の変動周期（換言すると、空燃比のフィードバック周期）が短くなり、場合により、気筒別空燃比が激しく振動する（ハンチング）する。これに対し、上記構成によれば、ガス当り最良気筒からの排ガスに対する感度が高い下流側空燃比センサの出力値が「理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値」へと変化する時期が遅れるので、下流側空燃比センサの出力値の反転周期（換言すると、空燃比のフィードバック周期）を長くすることができる。この結果、最大酸素吸蔵量が小さくなった場合にエミッションが悪化することを回避することができる。

20

## 【0080】

本発明の他の目的、他の特徴及び付随する利点は、以下の図面を参照しつつ記述される本発明の各実施形態についての説明から容易に理解されるであろう。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0081】

【図1】図1は、本発明の実施形態に係る空燃比制御装置（本制御装置）が適用される内燃機関の排気系統の概略斜視図である。

30

【図2】図2は、本制御装置を適用した内燃機関の概略図である。

【図3】図3は、図2に示した上流側空燃比センサの出力電圧と空燃比との関係を示したグラフである。

【図4】図4は、図2に示した下流側空燃比センサの出力電圧と空燃比との関係を示したグラフである。

【図5】図5は、本発明の第1実施形態に係る空燃比制御装置（第1制御装置）のCPUが実行するルーチンを示した概略フローチャートである。

【図6】図6は、下流側空燃比センサの出力値と、リッチ要求フラグと、触媒流入ガスの空燃比と、の関係を示したタイムチャートである。

40

【図7】図7は、第1制御装置のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図8】図8は、第1制御装置のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図9】図9は、第1制御装置のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図10】図10は、第1制御装置のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図11】図11は、第1制御装置のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

50

【図12】図12は、第1制御装置のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図13】図13は、第1制御装置のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図14】図14は、第1制御装置のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図15】図15は、本発明の第2実施形態に係る空燃比制御装置（第2制御装置）のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図16】図16は、本発明の第3実施形態に係る空燃比制御装置（第3制御装置）のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

10

【図17】図17は、本発明の第4実施形態に係る空燃比制御装置（第4制御装置）のCPUが実行するルーチンを示した概略フローチャートである。

【図18】図18は、本発明の第3変形例に係る空燃比制御装置のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図19】図19は、本発明の第5変形例に係る空燃比制御装置のCPUが空燃比要求を判定する際の作動を説明するためのタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0082】

以下、本発明の実施形態に係る内燃機関の空燃比制御装置について図面を参照しながら説明する。

20

【0083】

<第1実施形態>

(構成)

図2は、本発明の第1実施形態に係る空燃比制御装置（以下、「第1制御装置」とも称呼する。）が適用される内燃機関10の概略構成を示している。機関10は、4サイクル・火花点火式・多気筒（本例において4気筒）・ガソリン燃料機関である。機関10は、本体部20、吸気系統30及び排気系統40を備えている。

【0084】

本体部20は、シリンダブロック部とシリンダヘッド部とを備えている。本体部20は、ピストン頂面、シリンダ壁面及びシリンダヘッド部の下面により構成される複数（4個）の燃焼室（第1気筒#1乃至第4気筒#4）21を備えている。

30

【0085】

シリンダヘッド部には、各燃焼室（各気筒）21に「空気及び燃料からなる混合気」を供給するための吸気ポート22と、各燃焼室21から排ガス（既燃ガス）を排出するための排気ポート23と、が形成されている。吸気ポート22は図示しない吸気弁により開閉され、排気ポート23は図示しない排気弁により開閉されるようになっている。

【0086】

シリンダヘッド部には複数（4個）の点火プラグ24が固定されている。各点火プラグ24は、その火花発生部が各燃焼室21の中央部であってシリンダヘッド部の下面近傍位置に露呈するように配設されている。各点火プラグ24は、点火信号にตอบสนองして火花発生部から点火用火花を発生するようになっている。

40

【0087】

シリンダヘッド部には更に複数（4個）の燃料噴射弁（インジェクタ）25が固定されている。燃料噴射弁25は、各吸気ポート22に一つずつ（即ち、一つの気筒に対して一つ）設けられている。燃料噴射弁25は、噴射指示信号にตอบสนองし、「その噴射指示信号に含まれる指示噴射量の燃料」を対応する吸気ポート22内に噴射するようになっている。

【0088】

更に、シリンダヘッド部には、吸気弁制御装置26が設けられている。この吸気弁制御装置26は、インテークカムシャフト（図示せず）とインテークカム（図示せず）との相対回転角度（位相角度）を油圧により調整・制御する周知の構成を備えている。吸気弁制

50

御装置 26 は、指示信号（駆動信号）に基いて作動し、吸気弁の開弁タイミング（吸気弁開弁タイミング）を変更することができるようになっている。

【0089】

吸気系統 30 は、インテークマニホールド 31、吸気管 32、エアフィルタ 33、スロットル弁 34 及びスロットル弁アクチュエータ 34a を備えている。

【0090】

インテークマニホールド 31 は、各吸気ポート 22 に接続された複数の枝部と、それらの枝部が集合したサージタンク部と、を備えている。吸気管 32 はサージタンク部に接続されている。インテークマニホールド 31、吸気管 32 及び複数の吸気ポート 22 は、吸気通路を構成している。エアフィルタ 33 は吸気管 32 の端部に設けられている。スロットル弁 34 はエアフィルタ 33 とインテークマニホールド 31 との間の位置において吸気管 32 に回動可能に取り付けられている。スロットル弁 34 は、回動することにより吸気管 32 が形成する吸気通路の開口断面積を変更できるようになっている。スロットル弁アクチュエータ 34a は、DC モータからなり、指示信号（駆動信号）にตอบสนองしてスロットル弁 34 を回動させるようになっている。

10

【0091】

排気系統 40 は、エキゾーストマニホールド 41、エキゾーストパイプ（排気管）42、上流側触媒 43 及び下流側触媒 44 を備えている。

【0092】

エキゾーストマニホールド 41 は、各排気ポート 23 に接続された複数の枝部 41a と、それらの枝部 41a が集合した集合部（排気集合部）41b と、からなっている。エキゾーストパイプ 42 は、エキゾーストマニホールド 41 の集合部 41b に接続されている。エキゾーストマニホールド 41、エキゾーストパイプ 42 及び複数の排気ポート 23 は、排ガスが通過する通路を構成している。なお、本明細書において、エキゾーストマニホールド 41 の集合部 41b 及びエキゾーストパイプ 42 により形成される通路を、便宜上、「排気通路」と称呼する。

20

【0093】

上流側触媒 43 は、セラミックからなる担持体に「触媒物質である貴金属（パラジウム Pd 及び白金 Pt、ロジウム Rh 等）」及び「酸素吸蔵材であるセリア（CeO<sub>2</sub>）」を担持して、酸素吸蔵・放出機能（酸素吸蔵機能）を有する三元触媒である。上流側触媒 43 はエキゾーストパイプ 42 に配設（介装）されている。上流側触媒 43 は所定の活性温度に到達すると、「未燃物（HC、CO 及び H<sub>2</sub> 等）と窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）とを同時に浄化する触媒機能」及び「酸素吸蔵機能」を発揮する。上流側触媒 43 は、スタート・キャタリティック・コンバータ（SC）又は第 1 触媒とも称呼される。

30

【0094】

下流側触媒 44 は、上流側触媒 43 と同様の三元触媒である。下流側触媒 44 は、上流側触媒 43 よりも下流においてエキゾーストパイプ 42 に配設（介装）されている。下流側触媒 44 は、車両のフロア下方に配設されているため、アンダ・フロア・キャタリティック・コンバータ（UFC）又は第 2 触媒とも称呼される。なお、本明細書において、単に「触媒」と言うとき、その「触媒」は上流側触媒 43 を意味する。

40

【0095】

第 1 制御装置は、熱線式エアフローメータ 51、スロットルポジションセンサ 52、機関回転速度センサ 53、水温センサ 54、上流側空燃比センサ 55、下流側空燃比センサ 56 及びアクセル開度センサ 57 を備えている。

【0096】

熱線式エアフローメータ 51 は、吸気管 32 内を流れる吸入空気の質量流量を検出し、その質量流量（機関 10 の単位時間あたりの吸入空気量）G<sub>a</sub> を表す信号を出力するようになっている。

【0097】

スロットルポジションセンサ 52 は、スロットル弁 34 の開度を検出し、スロットル弁

50

開度 T A を表す信号を出力するようになっている。

【 0 0 9 8 】

機関回転速度センサ 5 3 は、インテークカムシャフトが 5 ° 回転する毎に幅狭のパルス  
を有するとともにインテークカムシャフトが 3 6 0 ° 回転する毎に幅広のパルスを有する  
信号を出力するようになっている。機関回転速度センサ 5 3 から出力される信号は後述す  
る電気制御装置 6 0 により機関回転速度 N E を表す信号に変換されるようになっている。  
更に、電気制御装置 6 0 は、機関回転速度センサ 5 3 及び図示しないクランク角センサか  
らの信号に基いて、機関 1 0 のクランク角度（絶対クランク角）を取得するようになって  
いる。

【 0 0 9 9 】

水温センサ 5 4 は、内燃機関 1 0 の冷却水の温度を検出し、冷却水温 T H W を表す信号  
を出力するようになっている。

【 0 1 0 0 】

上流側空燃比センサ 5 5 は、エキゾーストマニホールド 4 1 の集合部 4 1 b と上流側触  
媒 4 3 との間の位置においてエキゾーストマニホールド 4 1 及びエキゾーストパイプ 4 2  
の何れか（即ち、排気通路）に配設されている。上流側空燃比センサ 5 5 は、例えば、特  
開平 1 1 - 7 2 4 7 3 号公報、特開 2 0 0 0 - 6 5 7 8 2 号公報及び特開 2 0 0 4 - 6 9  
5 4 7 号公報等に開示された「拡散抵抗層を備える限界電流式広域空燃比センサ」である  
。

【 0 1 0 1 】

上流側空燃比センサ 5 5 は、図 3 に示したように、上流側空燃比センサ 5 5 の配設位置  
を流れる排ガスの空燃比（触媒 4 3 に流入するガスである「触媒流入ガス」の空燃比、検  
出上流側空燃比  $a_{byfs}$ ）に応じた出力値  $V_{abyfs}$  を出力する。出力値  $V_{abyfs}$  は触媒流入ガス  
の空燃比が大きくなるほど（即ち、触媒流入ガスの空燃比がリーン側の空燃比になるほど  
）増大する。

【 0 1 0 2 】

電気制御装置 6 0 は、図 3 に示した空燃比変換テーブル（マップ） $Map_{abyfs}$  を記憶して  
いる。電気制御装置 6 0 は、出力値  $V_{abyfs}$  を空燃比変換テーブル  $Map_{abyfs}$  に適用すること  
により、実際の上流側空燃比  $a_{byfs}$  を検出する（検出上流側空燃比  $a_{byfs}$  を取得する）よう  
になっている。

【 0 1 0 3 】

再び、図 2 を参照すると、下流側空燃比センサ 5 6 は、上流側触媒 4 3 と下流側触媒 4  
4 との間の位置においてエキゾーストパイプ 4 2（即ち、排気通路）に配設されている。  
下流側空燃比センサ 5 6 は、図 1 に示したように、上流側触媒 4 3 の近傍に設けられてい  
る。下流側空燃比センサ 5 6 は、周知の濃淡電池型の酸素濃度センサ（ $O_2$  センサ）であ  
る。下流側空燃比センサ 5 6 は、下流側空燃比センサ 5 6 の配設位置を流れる排ガス（即  
ち、触媒 4 3 から流出するガスである「触媒流出ガス」）の空燃比（下流側空燃比  $a_{fdown}$   
）に応じた出力値  $V_{oxs}$  を出力するようになっている。

【 0 1 0 4 】

下流側空燃比センサ 5 6 の出力値  $V_{oxs}$  は、図 4 に示したように、触媒流出ガス（被検出  
ガス）の空燃比が理論空燃比よりもリッチ側の空燃比であって、触媒流出ガスの酸化平衡  
後のガスの酸素分圧が小さいとき最大出力値  $max$ （例えば、約 0 . 9 ~ 1 . 0 V）となる  
。即ち、下流側空燃比センサ 5 6 は、触媒流出ガスに過剰の酸素が含まれていないときに  
最大出力値  $max$  を出力する。

【 0 1 0 5 】

また、出力値  $V_{oxs}$  は、触媒流出ガスの空燃比が理論空燃比よりもリーン側の空燃比であ  
って、触媒流出ガスの酸化平衡後のガスの酸素分圧が大きいつき最小出力値  $min$ （例えば  
、約 0 ~ 0 . 1 V）となる。即ち、下流側空燃比センサ 5 6 は触媒流出ガスに過剰の酸素  
が含まれているとき最小出力値  $min$  を出力する

【 0 1 0 6 】

10

20

30

40

50

更に、この出力値 $V_{oxs}$ は、触媒流出ガスの空燃比が理論空燃比よりもリッチ側の空燃比からリーン側の空燃比へと変化する際に最大出力値 $max$ から最小出力値 $min$ へと急激に減少する。逆に、出力値 $V_{oxs}$ は、触媒流出ガスの空燃比が理論空燃比よりもリーン側の空燃比からリッチ側の空燃比へと変化する際に最小出力値 $min$ から最大出力値 $max$ へと急激に増大する。なお、最小出力値 $min$ と最大出力値 $max$ との平均値は中央値 $V_{mid}$  ( $= (V_{max} + V_{min}) / 2$ ) 又は理論空燃比相当電圧 $V_{st}$ と称呼される。

【0107】

図2に示したアクセル開度センサ57は、運転者によって操作されるアクセルペダルAPの操作量を検出し、アクセルペダルAPの操作量 $Accp$ を表す信号を出力している。

10

【0108】

電気制御装置60は、「CPU、ROM、RAM、バックアップRAM、並びに、ADコンバータを含むインターフェース等」からなる「周知のマイクロコンピュータ」を含む電子回路である。

【0109】

電気制御装置60が備えるバックアップRAMは、機関10を搭載した車両の図示しないイグニッション・キー・スイッチの位置（オフ位置、始動位置及びオン位置等の何れか）に関わらず、車両に搭載されたバッテリーから電力の供給を受けるようになっている。バックアップRAMは、バッテリーから電力の供給を受けている場合、CPUの指示に応じてデータを格納する（データが書き込まれる）とともに、そのデータを読み出し可能となるように保持（記憶）する。バックアップRAMは、バッテリーが車両から取り外される等によりバッテリーからの電力供給が遮断されると、データを保持することができない。即ち、それまでに保持していたデータが消失（破壊）される。

20

【0110】

電気制御装置60のインターフェースは、前記センサ51～57と接続され、CPUにセンサ51～57からの信号を供給するようになっている。更に、そのインターフェースは、CPUの指示に応じて、各気筒の点火プラグ24、各気筒の燃料噴射弁25、吸気弁制御装置26及びスロットル弁アクチュエータ34a等に指示信号（駆動信号）等を送出するようになっている。なお、電気制御装置60は、取得されたアクセルペダルの操作量 $Accp$ が大きくなるほどスロットル弁開度TAが大きくなるように、スロットル弁アクチュエータ34aに指示信号を送出するようになっている。

30

【0111】

（第1制御装置による空燃比制御の概要）

第1制御装置は、下流側空燃比センサ56の出力値 $V_{oxs}$ に基いて触媒流入ガスの空燃比をリーン空燃比（理論空燃比 $stoich$ よりも大きい空燃比）に設定すべきリーン要求が発生していると判定しているとき、機関の空燃比（気筒別空燃比）をリーン空燃比に設定する。第1制御装置は、下流側空燃比センサ56の出力値 $V_{oxs}$ に基いて触媒流入ガスの空燃比をリッチ空燃比（理論空燃比 $stoich$ よりも小さい空燃比）に設定すべきリッチ要求が発生していると判定しているとき、機関の空燃比（気筒別空燃比）をリッチ空燃比に設定する。この空燃比制御は、下流側空燃比センサ56の出力値 $V_{oxs}$ に基づく空燃比のフィードバック制御である。

40

【0112】

更に、第1制御装置は、図5の概略フローチャートに作動の概要を示したように、特定の一つの気筒（選択気筒（第N気筒））の燃焼室21に供給される混合気（選択気筒の空燃比）を、選択気筒以外の気筒（非選択気筒）の燃焼室21に供給される混合気（非選択気筒の空燃比）と「（常に）相違」させる。実際には、第1制御装置は、選択気筒の空燃比を非選択気筒の空燃比と「相違」させるに当り、空燃比要求としてリッチ要求が発生している期間において、選択気筒の空燃比を非選択気筒の空燃比よりも「より小さい（よりリッチな）空燃比」に設定する。

【0113】

50

そして、第1制御装置は、その場合（選択気筒の空燃比を非選択気筒の空燃比よりも小さい空燃比に設定している場合）の平均酸素吸蔵量 $OSA(N)$ を取得し、その平均酸素吸蔵量 $OSA(N)$ を選択気筒（第 $N$ 気筒）に対応させながら記憶する（ステップ505乃至ステップ545を参照。）。後述するように、この平均酸素吸蔵量 $OSA(N)$ は、下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ の「周期的変動の態様を示す値」の一つであり、「変動周期相関値」とも称呼される。換言すると、平均酸素吸蔵量 $OSA(N)$ は、「出力値 $Voxs$ の反転周期」に応じて変化する値であるので、出力値 $Voxs$ の反転周期に相関する値である。

#### 【0114】

より具体的に述べると、第1制御装置は、フィードバック制御条件が成立している場合、下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ が理論空燃比相当電圧 $Vst$ よりも大きいときに触媒43の状態がリッチ状態（触媒流入ガスの空燃比をリーン空燃比にすべきリーン要求が発生している状態）であると判定し、各気筒の空燃比を「理論空燃比よりも所定値だけ大きい（リーンの）空燃比」に設定する。

10

#### 【0115】

更に、第1制御装置は、下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ が理論空燃比相当電圧 $Vst$ よりも小さいときに触媒43の状態がリーン状態（触媒流入ガスの空燃比をリッチ空燃比にすべきリッチ要求が発生している状態）であると判定し、各気筒の空燃比を「理論空燃比よりも所定値だけ小さい（リッチの）空燃比」に設定する。即ち、第1制御装置は、下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ に基づいて各気筒の空燃比（気筒別空燃比）をフィードバック制御する。

20

#### 【0116】

この状態において、第1制御装置は図5のステップ505に進んだとき、「各気筒から排出される排ガスの下流側空燃比センサ56への当たり方の程度（即ち、各気筒から排出される排ガスの下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ への影響度）」の判定（決定）を完了しているか否かを判定する。以下、「ある気筒から排出される排ガスの下流側空燃比センサ56への当たり方の程度」を、単に「ある気筒のガス当りの程度」とも称呼する。

#### 【0117】

このとき、各気筒のガス当りの程度の判定が完了されていなければ、第1制御装置はステップ510にて第1気筒の空燃比のみをリッチ補正する。即ち、下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ が理論空燃比相当電圧 $Vst$ よりも小さく、従って、リッチ要求が発生しているとき、第1気筒以外の気筒の空燃比を「理論空燃比よりも所定値だけリッチな（小さい）空燃比」に設定するとともに、第1気筒の空燃比を「第1気筒以外の気筒の空燃比よりも更にリッチな（より小さい）空燃比」に設定する。換言すると、第1制御装置は、触媒流入ガスの空燃比をリッチ空燃比に設定する場合において、「第1気筒に対応する燃料噴射弁25から噴射される燃料噴射量」を「他の気筒の燃料噴射弁25から噴射される燃料噴射量」に比較して所定比率だけ増大させる。

30

#### 【0118】

更に、第1制御装置は、下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ が理論空燃比相当電圧 $Vst$ よりも大きく、従って、リーン要求が発生しているとき、総ての気筒の空燃比を「理論空燃比よりも所定値だけリーンな（大きい）空燃比」に設定する。即ち、リーン要求が発生しているとき、第1制御装置は、「第1気筒に対応する燃料噴射弁25から噴射される燃料噴射量」と「他の気筒の燃料噴射弁25から噴射される燃料噴射量」とを等しい値に設定する。

40

#### 【0119】

第1制御装置は、この状態において空燃比のフィードバック制御を継続し、触媒43の吸蔵酸素量 $OSA_{kz}$ と、放出酸素量 $OSA_{hs}$ と、を周知の手法に基いて算出する。

#### 【0120】

例えば、吸蔵酸素量 $OSA_{kz}$ は、下記の(1)式により示される単位時間あたりの吸蔵酸素増大量 $OSA_{kz}$ を、下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ が理論空燃比相当電

50

圧 $V_{st}$ よりも大きくなっている期間（図6の時刻 $t_1$  - 時刻 $t_2$ を参照。）積算することにより算出される。（1）式において、値「0.23」は大気中に含まれる酸素の重量割合である。 $S F i$ は前記単位時間内に噴射された燃料噴射量の合計である。 $abyfs$ は、上流側空燃比センサ55の出力値 $V_{abyfs}$ を図3に示した空燃比変換テーブル $Map_{abyfs}(V_{abyfs})$ に適用することにより求められた上流側空燃比 $abyfs$ （即ち、触媒43に流入するガスの空燃比）である。 $stoich$ は理論空燃比（例えば、14.6）である。

$$O S A k z = 0.23 \cdot S F i \cdot (abyfs - stoich) \quad \dots (1)$$

#### 【0121】

10

例えば、放出酸素量 $O S A h s$ は、下記の（2）式により示される単位時間あたりの放出酸素増大量 $O S A h s$ を、下流側空燃比センサ56の出力値 $V_{oxs}$ が理論空燃比相当電圧 $V_{st}$ よりも小さくなっている期間（図6の時刻 $t_2$  - 時刻 $t_3$ を参照。）積算することにより算出される。

$$O S A h s = 0.23 \cdot S F i \cdot (stoich - abyfs) \quad \dots (2)$$

#### 【0122】

第1制御装置は、吸蔵酸素量 $O S A k z$ 及び放出酸素量 $O S A h s$ が取得されると、それらの平均値 $O S A (1)$ を算出する。この平均値 $O S A (1)$ が、上述した平均酸素吸蔵量 $O S A (N)$ （ $N=1$ ）である。平均酸素吸蔵量 $O S A (1)$ は第1気筒の変動周期相関値として $R A M$ に記憶される。

20

#### 【0123】

次いで、第1制御装置は、図5のステップ510及びステップ515と同様に、ステップ520及びステップ525にて第2気筒の空燃比のみをリッチ補正し、その状態において吸蔵酸素量 $O S A k z$ 及び放出酸素量 $O S A h s$ を取得する。そして、第1制御装置は、これらの平均値である平均酸素吸蔵量 $O S A (2)$ を第2気筒の変動周期相関値として $R A M$ に記憶する。

#### 【0124】

次いで、第1制御装置は、ステップ510及びステップ515と同様に、ステップ530及びステップ535にて第3気筒の空燃比のみをリッチ補正し、その状態において吸蔵酸素量 $O S A k z$ 及び放出酸素量 $O S A h s$ を取得する。そして、第1制御装置は、これらの平均値である平均酸素吸蔵量 $O S A (3)$ を第3気筒の変動周期相関値として $R A M$ に記憶する。

30

#### 【0125】

次いで、第1制御装置は、ステップ510及びステップ515と同様に、ステップ540及びステップ545にて第4気筒の空燃比のみをリッチ補正し、その状態において吸蔵酸素量 $O S A k z$ 及び放出酸素量 $O S A h s$ を取得する。そして、第1制御装置は、これらの平均値である平均酸素吸蔵量 $O S A (4)$ を第4気筒の変動周期相関値として $R A M$ に記憶する。

40

#### 【0126】

次いで、第1制御装置は、ステップ550に進み、変動周期相関値である平均酸素吸蔵量 $O S A (N)$ （ $N$ は1～4の整数）に基づいて、各気筒のガス当りの程度を判定（決定）する。

#### 【0127】

ところで、図6の曲線C1に示したように、ガス当りの程度が弱い気筒のみをリッチ補正した場合、下流側空燃比センサ56の出力値 $V_{oxs}$ は「そのリッチ補正された気筒の排ガス」に対して変化し難い。よって、下流側空燃比センサ56の出力値 $V_{oxs}$ は、理論空燃比相当電圧 $V_{st}$ よりも小さい値から大きい値へと変化し難い。その結果、下流側空燃比センサ56の出力値 $V_{oxs}$ の反転周期は比較的長くなる（時刻 $t_1$  - 時刻 $t_3$ を参照。）。それ

50

故、触媒流入ガスの空燃比を示す線 C 3 と理論空燃比 stoich を示す破線の直線とにより囲まれる領域の面積（ハッチングが付与された部分の面積）から理解されるように、平均酸素吸蔵量  $OSA(N)$ （= 吸蔵酸素量  $OSA_{kz}$  及び放出酸素量  $OSA_{hs}$  の平均値）は、ガス当りの程度が弱い気筒をリッチ補正した場合には比較的大きくなる。

【0128】

なお、出力値  $Voxs$  の反転周期とは、「下流側空燃比センサ 56 の出力値  $Voxs$  が理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値（理論空燃比相当電圧  $Vst$  よりも大きい値）へと変化した時点から理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値（理論空燃比相当電圧  $Vst$  よりも小さい値）へと変化し、更にその後、再び理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化する時点までの時間（図 6 の時刻  $t1$  - 時刻  $t3$ 、及び、時刻  $t10$  - 時刻  $t30$  等に相当する時間）である。

10

【0129】

一方、図 6 の曲線 C 4 に示したように、ガス当りの程度が強い気筒のみをリッチ補正した場合、下流側空燃比センサ 56 の出力値  $Voxs$  は「そのリッチ補正された気筒の排ガス」に対して変化し易い。よって、下流側空燃比センサ 56 の出力値  $Voxs$  は、理論空燃比相当電圧  $Vst$  よりも小さい値から大きい値へと変化し易い。その結果、下流側空燃比センサ 56 の出力値  $Voxs$  の反転周期は比較的小くなる（時刻  $t10$  - 時刻  $t30$ 、時刻  $t30$  - 時刻  $t50$  を参照。）。それ故、触媒流入ガスの空燃比を示す線 C 6 と理論空燃比 stoich を示す破線の直線とにより囲まれる領域の面積（ハッチングが付与された部分の面積）から理解されるように、平均酸素吸蔵量  $OSA(N)$ （= 吸蔵酸素量  $OSA_{kz}$  及び放出酸素量  $OSA_{hs}$  の平均値）は、ガス当りの程度が強い気筒のみをリッチ補正した場合、ガス当りの程度が弱い気筒のみをリッチ補正した場合に比較して、小さくなる。

20

【0130】

そこで、第 1 制御装置は、平均酸素吸蔵量  $OSA(N)$  が小さいほど「ガス当たりの程度がより強い」気筒であると判定する。即ち、例えば、下記の表 1 に示したような平均酸素吸蔵量  $OSA(N)$  が得られたとすると、第 1 制御装置は、第 1 気筒が「ガス当たりが最も強い気筒（ガス当たり最良気筒）」であり、第 4 気筒が「ガス当たりが最も弱い気筒（ガス当たり最低気筒）」であり、残りの第 2 及び第 3 気筒が「ガス当たりが標準的な気筒（ガス当たり標準気筒）」であると判定する。

【表 1】

30

気筒	平均酸素吸蔵量 $OSA(N)$	気筒別影響度指標値 $EF(N) = OSA_{ave} - OSA(N)$	下流側空燃比センサへの ガス当たりの程度
第1気筒	0.3 (g)	+0.1 (g)	高(最良)
第2気筒	0.4 (g)	0	中(標準)
第3気筒	0.4 (g)	0	中(標準)
第4気筒	0.5 (g)	-0.1 (g)	低(最低)

40

【0131】

なお、第 1 制御装置は、上記表 1 に示したように、平均酸素吸蔵量  $OSA(N)$ （ $N$  は 1 ~ 4 の整数）の平均値  $OSA_{ave}$ （=  $\{OSA(1) + OSA(2) + OSA(3) + OSA(4)\} / 4$ ）を算出し、平均値  $OSA_{ave}$  から各平均酸素吸蔵量  $OSA(N)$  を減じた値（ $OSA_{ave}$  と  $OSA(N)$  との差）を、前記複数の気筒のそれぞれ（第  $N$  気筒）から排出される排ガスの下流側空燃比センサ 56 の出力値  $Voxs$  への影響度合いを表す値  $EF$ （以下、「気筒別影響度指標値  $EF(N)$ 」とも称する。）として取得する。即ち、気筒別影響度指標値  $EF(N) = OSA_{ave} - OSA(N)$  であるので、気筒別影響度指標値  $EF(N)$  が大きいほどガス当たり程度が強いことを示す。

50

## 【 0 1 3 2 】

その後、第1制御装置は図5のステップ555に進み、各気筒のガス当たりの程度（例えば、気筒別影響度指標値 $EF(N)$ ）に基いて、後述する気筒別空燃比制御（気筒別燃料噴射量制御）を実行する。即ち、機関10の運転状態等に基づいて、空燃比フィードバック制御中の各気筒の空燃比を相違させる。以上が、第1制御装置の作動の概要である。

## 【 0 1 3 3 】

（作動）

次に、本制御装置の実際の作動の詳細について説明する。

## 【 0 1 3 4 】

< 燃料噴射制御 >

CPUは、図7にフローチャートにより示した最終燃料噴射量 $Fi(N)$ の計算及び噴射指示を行うルーチンを所定時間が経過する毎に繰り返し実行するようになっている。

## 【 0 1 3 5 】

従って、所定のタイミングになると、CPUはステップ700から処理を開始してステップ705に進み、フューエルカットフラグ $XFC$ の値が「0」であるか否かを判定する。フューエルカットフラグ $XFC$ の値は、後述する図11に示したフューエルカット条件判定ルーチンにより、フューエルカットフラグ $XFC$ の値が「0」である場合にフューエルカット開始条件が成立したとき「1」に設定され、フューエルカットフラグ $XFC$ の値が「1」である場合にフューエルカット終了条件が成立したとき「0」に設定される。なお、フューエルカットフラグ $XFC$ の値はイニシャルルーチンにおいて「0」に設定される。イニシャルルーチンは、機関10が搭載された車両のイグニッション・キー・スイッチがオフからオンに変更されたときにCPUにより実行されるルーチンである。

## 【 0 1 3 6 】

いま、フューエルカットフラグ $XFC$ の値が「0」であると仮定すると、CPUはステップ705にて「Yes」と判定してステップ710に進み、任意の気筒（第 $N$ 気筒、 $N$ は1～4の整数）のクランク角がその気筒の吸気上死点前の所定クランク角度（例えば、 $BTD C 180^\circ CA$ ）であるか否かを判定する。

## 【 0 1 3 7 】

このとき、吸気上死点前の所定クランク角度になっている気筒がなければ、CPUはステップ710にて「No」と判定し、ステップ795に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

## 【 0 1 3 8 】

これに対し、何れかの気筒（第 $N$ 気筒）のクランク角度がその気筒（第 $N$ 気筒）の吸気上死点前の所定クランク角度になっていると、CPUはステップ710にて「Yes」と判定してステップ715に進み、テーブル $MapMc(Ga, NE)$ に実際の吸入空気量 $Ga$ 及び機関回転速度 $NE$ を適用することによって「第 $N$ 気筒に吸入される筒内吸入空気量 $Mc(N)$ 」を取得（推定・決定）する。第 $N$ 気筒は「今回の吸気行程を迎える気筒」であり、「燃料噴射気筒」とも称呼される。 $Ga$ は、エアフローメータ51が計測している吸入空気量である。 $NE$ は、別途求められている機関回転速度である。なお、CPUは周知の「空気モデル」を用いて筒内吸入空気量 $Mc(N)$ を推定してもよい。

## 【 0 1 3 9 】

次に、CPUはステップ720に進み、筒内吸入空気量 $Mc(N)$ を理論空燃比 $stoich$ で除することにより、第 $N$ 気筒の空燃比を理論空燃比 $stoich$ に一致させるための基本燃料噴射量 $Fb(N)$ を求める。基本燃料噴射量 $Fb(N)$ は機関の空燃比を理論空燃比 $stoich$ に一致させるためのフィードフォワード量である。

## 【 0 1 4 0 】

次に、CPUはステップ725に進み、フィードバック制御（サブフィードバック制御）実行許可フラグ $XSF B$ の値が「1」であるか否かを判定する。フィードバック制御実行許可フラグ $XSF B$ の値は上述したイニシャルルーチンにおいて「0」に設定されるようになっている。更に、フィードバック制御実行許可フラグ $XSF B$ の値は、空燃比のフ

10

20

30

40

50

ィードバック制御条件が成立しているときに「1」に設定され、空燃比のフィードバック制御条件が成立していないとき「0」に設定される。

【0141】

空燃比のフィードバック制御条件は、例えば、以下の総ての条件が成立したときに成立する。

(条件1) 冷却水温  $T_{HW}$  が閾値冷却水温  $T_{HWth}$  以上である。

(条件2) 下流側空燃比センサ56が活性化している。

【0142】

いま、フィードバック制御実行許可フラグ  $X_{SFB}$  の値が「0」であると仮定する。この場合、CPUはステップ725にて「No」と判定してステップ730に進み、補正後基本燃料噴射量  $F_{bh}(N)$  に基本燃料噴射量  $F_b(N)$  を設定する。即ち、補正後基本燃料噴射量  $F_{bh}(N)$  が基本燃料噴射量  $F_b(N)$  に一致させられる。その後、CPUは以下に述べるステップ735及びステップ740の処理を順に行い、ステップ795に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0143】

ステップ735: CPUは、フューエルカット復帰後増量係数  $K_{FCFK}$  を補正後基本燃料噴射量  $F_{bh}(N)$  に乗じることにより、最終燃料噴射量(指示噴射量)  $F_i(N)$  を算出する。フューエルカット復帰後増量係数  $K_{FCFK}$  は、上述したイニシャルルーチンにおいて「1」に設定され、且つ、通常運転時において「1」に設定される。フューエルカット復帰後増量係数  $K_{FCFK}$  は、フューエルカット運転が終了する時点において「1」よりも大きい値  $(1 + FK)$  に設定される(後述する図11のステップ1170を参照)。フューエルカット復帰後増量係数  $K_{FCFK}$  は、その値が「 $1 + FK$ 」である場合において、後述するリッチ要求フラグ  $X_{Richreq}$  の値が「1」から「0」に変化したとき(本例においては、下流側空燃比センサ56の出力値  $V_{oxs}$  が理論空燃比相当電圧  $V_{st}$  よりも小さい値から大きい値へと変化したとき)「1」に戻される(後述する図13のルーチンを参照)。

【0144】

ステップ740: CPUは、最終燃料噴射量  $F_i(N)$  の燃料が第N気筒に対する燃料噴射弁25から噴射されるように、その燃料噴射弁25に対して噴射指示を行う。この結果、フィードバック制御実行許可フラグ  $X_{SFB}$  の値が「0」である場合、特定の気筒の燃料噴射量が増大又は減少させられないので、気筒別空燃比は総ての気筒において等しい値に維持される。

【0145】

一方、CPUがステップ725の処理を行う時点において、フィードバック制御実行許可フラグ  $X_{SFB}$  の値が「1」であると、CPUはステップ725にて「Yes」と判定してステップ745に進み、リッチ要求フラグ  $X_{Richreq}$  の値が「1」であるか否かを判定する。

【0146】

リッチ要求フラグ  $X_{Richreq}$  の値は上述したイニシャルルーチンにおいて「1」に設定されるようになっている。更に、リッチ要求フラグ  $X_{Richreq}$  の値は、図8のルーチンにより設定される。即ち、CPUは、所定時間が経過する毎に図8にフローチャートにより示した「触媒状態判定ルーチン」を実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUは図8のステップ800から処理を開始してステップ810に進み、下流側空燃比センサ56の出力値  $V_{oxs}$  が理論空燃比相当電圧  $V_{st}$  よりも小さいか否かを判定する。換言すると、CPUは出力値  $V_{oxs}$  により示される空燃比(下流側空燃比)が理論空燃比  $stoich$  よりも大きい(リーンな)空燃比であるか否かを判定する。

【0147】

そして、CPUは、出力値  $V_{oxs}$  が理論空燃比相当電圧  $V_{st}$  よりも小さい場合にはステップ810にて「Yes」と判定してステップ820に進み、リッチ要求フラグ  $X_{Richreq}$  の値を「1」に設定し、その後、ステップ895に進んで本ルーチンを一旦終了する。こ

10

20

30

40

50

れに対し、出力値 $V_{oxs}$ が理論空燃比相当電圧 $V_{st}$ 以上である場合には、CPUはステップ810にて「No」と判定してステップ830に進み、リッチ要求フラグ $X_{Richreq}$ の値を「0」に設定し、その後、ステップ895に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0148】

即ち、リッチ要求フラグ $X_{Richreq}$ の値は、触媒43の状態がリーンである（触媒43にリッチ空燃比の排ガスを流入すべき状態にある）ときに「1」に設定され、触媒43の状態がリッチである（触媒43にリーン空燃比の排ガスを流入すべき状態にある）とき「0」に設定される。

【0149】

リッチ要求フラグ $X_{Richreq}$ の値が「1」に設定されている場合、CPUは図7のステップ745にて「Yes」と判定してステップ750に進み、基本燃料噴射量 $F_b(N)$ に第N気筒増量係数 $k_{Rich}(N)$ を乗じることにより補正後基本燃料噴射量 $F_{bh}(N)$ を算出する。

10

【0150】

第N気筒増量係数 $k_{Rich}(N)$ は通常時は「1」よりも正の所定値Aだけ大きい値「 $1 + A$ 」に設定される（図9のステップ915を参照。）。値「 $1 + A$ 」は「1」よりも大きい値であり、「増量係数基準値」又は「リッチ側基準ゲイン」とも称呼される。従って、ステップ750にて算出される補正後基本燃料噴射量 $F_{bh}(N)$ は、第N気筒の空燃比を理論空燃比 $stoich$ よりも小さい（リッチな）空燃比に設定する燃料噴射量となる。即ち、第N気筒の空燃比は、理論空燃比 $stoich$ を第N気筒増量係数 $k_{Rich}(N)$ にて除した値となる。

20

【0151】

その後、CPUは上述したステップ735及びステップ740の処理を行い、ステップ795に進んで本ルーチンを一旦終了する。この結果、リッチ要求フラグ $X_{Richreq}$ の値が「1」であるとき、第N気筒の空燃比がリッチ空燃比となるので、触媒43にはリッチ空燃比の排ガスが流入する。

【0152】

これに対し、CPUがステップ745の処理を実行する時点において、リッチ要求フラグ $X_{Richreq}$ の値が「0」に設定されている場合、CPUはステップ745にて「No」と判定してステップ755に進み、基本燃料噴射量 $F_b(N)$ に第N気筒減量係数 $k_{Lean}(N)$ を乗じることにより補正後基本燃料噴射量 $F_{bh}(N)$ を算出する。

30

【0153】

第N気筒減量係数 $k_{Lean}(N)$ は通常時は「1」よりも正の所定値Aだけ小さい値「 $1 - A$ 」に設定される（図9のステップ915を参照。）。値「 $1 - A$ 」は、「0」よりも大きく、「減量係数基準値」又は「リーン側基準ゲイン」とも称呼される。従って、ステップ755にて算出される補正後基本燃料噴射量 $F_{bh}(N)$ は、第N気筒の空燃比を理論空燃比 $stoich$ よりも大きい（リーンな）空燃比に設定する燃料噴射量となる。即ち、第N気筒の空燃比は、理論空燃比 $stoich$ を第N気筒減量係数 $k_{Lean}(N)$ にて除した値となる。

【0154】

40

その後、CPUは上述したステップ735及びステップ740の処理を行い、ステップ795に進んで本ルーチンを一旦終了する。この結果、リッチ要求フラグ $X_{Richreq}$ の値が「0」であるとき、第N気筒の空燃比がリーン空燃比となるので、触媒43にはリーン空燃比の排ガスが流入する。

【0155】

更に、CPUがステップ705の処理を実行する時点において、フューエルカットフラグ $X_{FC}$ の値が「1」である場合、CPUはステップ705にて「No」と判定し、ステップ795に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。この結果、ステップ740の処理が実行されないため、燃料噴射が停止させられる。即ち、フューエルカット運転が行われる。

50

## 【 0 1 5 6 】

< 気筒別補正ゲインの設定、及び、平均酸素吸蔵量（変動周期相関値）の取得 >

次に、上述した第N気筒増量係数  $k R i c h ( N )$  及び第N気筒減量係数  $k L e a n ( N )$  の設定と、「変動周期相関値である平均酸素吸蔵量  $O S A ( N )$ 」の取得と、を行う際のCPUの作動について説明する。ここでは、まず、「各気筒から排出される排ガスの下流側空燃比センサ56への当たり方の程度（即ち、下流側空燃比センサ56の出力値  $V o x s$  への影響度）」が、今回の機関10の始動後において未だ判定（決定）されていないと仮定して説明を続ける。

## 【 0 1 5 7 】

CPUは、所定時間が経過する毎に図9にフローチャートにより示した「気筒別補正ゲイン設定ルーチン」を実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUは図9のステップ900から処理を開始してステップ905に進み、ガス当り程度判定終了フラグ  $X F I N$  の値が「0」であるか否かを判定する。ガス当り程度判定終了フラグ  $X F I N$  の値は、「各気筒から排出される排ガスの下流側空燃比センサ56への当たり方の程度」が決定（判定）されたときに「1」に設定される（図10のステップ1093を参照。）。ガス当り程度判定終了フラグ  $X F I N$  は上述したイニシャルルーチンにおいて「0」に設定されるようになっている。

## 【 0 1 5 8 】

前述した仮定に従えば、各気筒のガス当りの程度は判定されていないので、ガス当り程度判定終了フラグ  $X F I N$  の値は「0」である。従って、CPUはステップ905にて「Y e s」と判定してステップ910に進み、ガス当り程度判定条件が成立しているか否かを判定する。ガス当り程度判定条件は、例えば、以下の総ての条件が成立しているときに成立する。

（条件1）フィードバック制御実行許可フラグ  $X S F B$  の値が「1」である。

（条件2）機関10の運転状態が定常運転状態である（例えば、吸入空気量  $G a$  の単位時間あたりの変化量  $G a$  の絶対値が閾値空気量変化量  $G a t h$  よりも小さい。）。

## 【 0 1 5 9 】

このとき、ガス当り程度判定条件が成立していなければ、CPUはステップ910にて「N o」と判定してステップ915に進み、第1気筒増量係数  $k R i c h ( 1 )$  乃至第4気筒増量係数  $k R i c h ( 4 )$  の各値を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定するとともに、第1気筒減量係数  $k L e a n ( 1 )$  乃至第4気筒減量係数  $k L e a n ( 4 )$  の各値を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定する。ここで、値Aは正の値であって「1」よりも小さい値（例えば、0.15）である。その後、CPUはステップ995に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。この結果、気筒別空燃比は総ての気筒において互いに等しい値に制御される。

## 【 0 1 6 0 】

これに対し、CPUがステップ910の処理を実行する時点において、ガス当り程度判定条件が成立していると、CPUはステップ910にて「Y e s」と判定してステップ920に進み、第1気筒リッチ化フラグ  $X 1$  の値が「1」であるか否かを判定する。

## 【 0 1 6 1 】

CPUは上述したイニシャルルーチンにおいて、第1気筒リッチ化フラグ  $X 1$  の値を「1」に設定するとともに、第2気筒リッチ化フラグ  $X 2$ 、第3気筒リッチ化フラグ  $X 3$  及び第4気筒リッチ化フラグ  $X 4$  の各値を「0」に設定するようになっている。従って、現時点が機関10の始動後において初めてステップ920に進んだと仮定すると、第1気筒リッチ化フラグ  $X 1$  の値は「1」である。よって、CPUはステップ920にて「Y e s」と判定してステップ925に進み、以下に述べる処理を行う。

## 【 0 1 6 2 】

CPUは、第1気筒増量係数  $k R i c h ( 1 )$  の値を「 $1 + A + B$ 」に設定する。値Bは正の値（例えば、「0.1」）である。

CPUは、第1気筒減量係数  $k L e a n ( 1 )$  の値を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定

10

20

30

40

50

する。

CPUは、第2気筒増量係数 $k_{Rich}(2)$ 、第3気筒増量係数 $k_{Rich}(3)$ 、及び、第4気筒増量係数 $k_{Rich}(4)$ のそれぞれの値を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定する。

CPUは、第2気筒減量係数 $k_{Lean}(2)$ 、第3気筒減量係数 $k_{Lean}(3)$ 、及び、第4気筒減量係数 $k_{Lean}(4)$ のそれぞれの値を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定する。

【0163】

その後、CPUはステップ930に進み、第2気筒リッチ化フラグ $X_2$ の値が「1」であるか否かを判定する。この段階においては、第2気筒リッチ化フラグ $X_2$ の値は「0」である。従って、CPUはステップ930にて「No」と判定してステップ940に直接進む。

10

【0164】

CPUはステップ940にて、第3気筒リッチ化フラグ $X_3$ の値が「1」であるか否かを判定する。この段階においては、第3気筒リッチ化フラグ $X_3$ の値は「0」である。従って、CPUはステップ940にて「No」と判定してステップ950に直接進む。

【0165】

CPUはステップ950にて、第4気筒リッチ化フラグ $X_4$ の値が「1」であるか否かを判定する。この段階においては、第4気筒リッチ化フラグ $X_4$ の値は「0」である。従って、CPUはステップ950にて「No」と判定し、ステップ995に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

20

【0166】

この結果、基本燃料噴射量 $F_b(N)$ が一定である場合、図7のステップ750の処理によって、第1気筒の補正後基本燃料噴射量 $F_{bh}(1)$ が、第M気筒の補正後基本燃料噴射量 $F_{bh}(M)$ （但し、Mは2、3、4よりも大きくなる（「 $(1 + A + B) / (1 + A)$ 」倍になる）。よって、リッチ要求フラグ $X_{Richreq}$ の値が「1」である場合、第1気筒の気筒別空燃比のみが、残りの気筒の気筒別空燃比よりも小さい値に設定される。即ち、第1気筒の空燃比のみがリッチ補正される。

【0167】

なお、第N気筒減量係数 $k_{Lean}(N)$ （但し、Nは1～4の整数）は、減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定されているから、図7のステップ755の処理により、第1気筒の補正後基本燃料噴射量 $F_{bh}(N)$ は基本燃料噴射量 $F_b(N)$ が一定である限り互いに同じ値に設定される。よって、リッチ要求フラグ $X_{Richreq}$ の値が「0」である場合、気筒別空燃比は総ての気筒において互いに等しいリーン空燃比に設定される。

30

【0168】

更に、CPUは、所定時間が経過する毎に図10にフローチャートにより示した「平均酸素吸蔵量取得ルーチン」を実行するようになっていて、従って、所定のタイミングになると、CPUは図10のステップ1000から処理を開始してステップ1005に進み、ガス当り程度判定終了フラグ $X_{FIN}$ の値が「0」であるか否かを判定する。このとき、ガス当り程度判定終了フラグ $X_{FIN}$ の値が「1」であると、CPUはステップ1005にて「No」と判定し、ステップ1095に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

40

【0169】

一方、CPUがステップ1005の処理を行う時点において、ガス当り程度判定終了フラグ $X_{FIN}$ の値が「0」であると、CPUはステップ1005にて「Yes」と判定してステップ1010に進み、ガス当り程度判定条件が成立しているか否かを判定する。このとき、ガス当り程度判定条件が成立していなければ、CPUはステップ1010にて「No」と判定し、ステップ1095に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0170】

これに対し、ガス当り程度判定条件が成立していると、CPUはステップ1010にて「Yes」と判定してステップ1015に進み、第1気筒リッチ化フラグ $X_1$ の値が「1

50

」であるか否かを判定する。前述の仮定（現時点が機関10の始動後において初めてステップ920に進んだとの仮定）に従えば、現時点において第1気筒リッチ化フラグX1の値は「1」である。

【0171】

従って、CPUはステップ1015にて「Yes」と判定してステップ1020に進み、上記(1)式及び上記(2)式に従って吸蔵酸素量OSA<sub>kz</sub>及び放出酸素量OSA<sub>hs</sub>を算出するとともに、それらの平均値を「第1気筒に対する平均酸素吸蔵量OSA(1)」として算出するための処理を行う。

【0172】

次いで、CPUはステップ1025に進み、吸蔵酸素量OSA<sub>kz</sub>、放出酸素量OSA<sub>hs</sub>、及び、平均酸素吸蔵量OSA(1)の算出が完了したか否かを判定する。このとき、その算出が完了していなければ、CPUはステップ1025にて「No」と判定してステップ1095に直接進み、本ルーチンを一旦終了する。

10

【0173】

このような処理が繰り返されると、吸蔵酸素量OSA<sub>kz</sub>、放出酸素量OSA<sub>hs</sub>、及び、平均酸素吸蔵量OSA(1)の算出が完了する。よって、CPUはステップ1025に進んだとき、そのステップ1025にて「Yes」と判定してステップ1030に進み、第2気筒リッチ化フラグX2の値を「1」に設定するとともに、第1気筒リッチ化フラグX1、第3気筒リッチ化フラグX3及び第4気筒リッチ化フラグX4の値を「0」に設定する。その後、CPUはステップ1095に進んで、本ルーチンを一旦終了する。

20

【0174】

この結果、第2気筒リッチ化フラグX2の値が「1」に設定されるから、CPUは図9のステップ920、ステップ940及びステップ950にて「No」と判定するようになるとともに、ステップ930にて「Yes」と判定してステップ935に進む。CPUは、ステップ935にて以下に述べる処理を行う。

【0175】

CPUは、第2気筒増量係数k<sub>Rich</sub>(2)の値を「1 + A + B」に設定する。

CPUは、第2気筒減量係数k<sub>Lean</sub>(2)の値を減量係数基準値「1 - A」に設定する。

CPUは、第1気筒増量係数k<sub>Rich</sub>(1)、第3気筒増量係数k<sub>Rich</sub>(3)、及び、第4気筒増量係数k<sub>Rich</sub>(4)のそれぞれの値を増量係数基準値「1 + A」に設定する。

30

CPUは、第1気筒減量係数k<sub>Lean</sub>(1)、第3気筒減量係数k<sub>Lean</sub>(3)、及び、第4気筒減量係数k<sub>Lean</sub>(4)のそれぞれの値を減量係数基準値「1 - A」に設定する。

【0176】

この結果、基本燃料噴射量F<sub>b</sub>(N)が一定である場合、図7のステップ750の処理により、第2気筒の補正後基本燃料噴射量F<sub>bh</sub>(2)が、第M気筒の補正後基本燃料噴射量F<sub>bh</sub>(M)（但し、Mは1、3、4よりも大きくなる（「(1 + A + B) / 「1 + A」」倍になる）。よって、リッチ要求フラグX<sub>Richreq</sub>の値が「1」である場合、第2気筒の気筒別空燃比のみが、残りの気筒の気筒別空燃比よりも小さい値に設定される。即ち、第2気筒の空燃比のみがリッチ補正される。

40

【0177】

なお、第N気筒減量係数k<sub>Lean</sub>(N)（但し、Nは1～4の整数）は、減量係数基準値「1 - A」に設定されているから、図7のステップ755の処理により、第N気筒の補正後基本燃料噴射量F<sub>bh</sub>(N)は基本燃料噴射量F<sub>b</sub>(N)が一定である限り互いに同じ値に設定される。よって、リッチ要求フラグX<sub>Richreq</sub>の値が「0」である場合、気筒別空燃比は総ての気筒において互いに等しいリーン空燃比に設定される。

【0178】

この状態において、CPUが図10のステップ1000から処理を開始すると、CPU

50

はステップ1005及びステップ1010の両ステップにて「Yes」と判定するとともにステップ1015にて「No」と判定し、ステップ1035に進んで第2気筒リッチ化フラグX2の値が「1」であるか否かを判定する。現時点において、第2気筒リッチ化フラグX2の値は「1」である。

【0179】

従って、CPUはステップ1035にて「Yes」と判定してステップ1040に進み、上記(1)式及び上記(2)式に従って吸蔵酸素量OSAKZ及び放出酸素量OSAHsを算出するとともに、それらの平均値を「第2気筒に対する平均酸素吸蔵量OSA(2)」として算出するための処理を行う。

【0180】

次いで、CPUはステップ1045に進み、吸蔵酸素量OSAKZ、放出酸素量OSAHs、及び、平均酸素吸蔵量OSA(2)の算出が完了したか否かを判定する。このとき、その算出が完了していなければ、CPUはステップ1045にて「No」と判定してステップ1095に直接進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0181】

このような処理が繰り返されると、吸蔵酸素量OSAKZ、放出酸素量OSAHs、及び平均酸素吸蔵量OSA(2)の算出が完了する。よって、CPUはステップ1045に進んだとき、そのステップ1045にて「Yes」と判定してステップ1050に進み、第3気筒リッチ化フラグX3の値を「1」に設定するとともに、第1気筒リッチ化フラグX1、第2気筒リッチ化フラグX2及び第4気筒リッチ化フラグX4の値を「0」に設定する。その後、CPUはステップ1095に進んで、本ルーチンを一旦終了する。

【0182】

この結果、第3気筒リッチ化フラグX3の値が「1」に設定されるから、CPUは図9のステップ920、ステップ930及びステップ950にて「No」と判定するようになるとともに、ステップ940にて「Yes」と判定してステップ945に進む。CPUは、ステップ945にて以下に述べる処理を行う。

【0183】

CPUは、第3気筒増量係数kRich(3)の値を「1+A+B」に設定する。

CPUは、第3気筒減量係数kLean(3)の値を減量係数基準値「1-A」に設定する。

CPUは、第1気筒増量係数kRich(1)、第2気筒増量係数kRich(2)、及び、第4気筒増量係数kRich(4)のそれぞれの値を増量係数基準値「1+A」に設定する。

CPUは、第1気筒減量係数kLean(1)、第2気筒減量係数kLean(2)、及び、第4気筒減量係数kLean(4)のそれぞれの値を減量係数基準値「1-A」に設定する。

【0184】

この結果、基本燃料噴射量Fb(N)が一定である場合、図7のステップ750の処理によって、第3気筒の補正後基本燃料噴射量Fbh(3)が、第M気筒の補正後基本燃料噴射量Fbh(M)(但し、Mは1、2、4よりも大きくなる(「(1+A+B)/「1+A」」倍になる)。よって、リッチ要求フラグXRichreqの値が「1」である場合、第3気筒の気筒別空燃比のみが、残りの気筒の気筒別空燃比よりも小さい値に設定される。即ち、第3気筒の空燃比のみがリッチ補正される。

【0185】

なお、第N気筒減量係数kLean(N)(但し、Nは1~4の整数)は、減量係数基準値「1-A」に設定されているから、図7のステップ755の処理により、第N気筒の補正後基本燃料噴射量Fbh(N)は基本燃料噴射量Fb(N)が一定である限り互いに同じ値に設定される。よって、リッチ要求フラグXRichreqの値が「0」である場合、気筒別空燃比は総ての気筒において互いに等しいリーン空燃比に設定される。

【0186】

10

20

30

40

50

この状態において、CPUが図10のステップ1000から処理を開始すると、CPUはステップ1005及びステップ1010の両ステップにて「Yes」と判定するとともに、ステップ1015及びステップ1035の両ステップにて「No」と判定し、ステップ1055に進んで第3気筒リッチ化フラグX3の値が「1」であるか否かを判定する。現時点において、第3気筒リッチ化フラグX3の値は「1」である。

【0187】

従って、CPUはステップ1055にて「Yes」と判定してステップ1060に進み、上記(1)式及び上記(2)式に従って吸蔵酸素量OSA<sub>kz</sub>及び放出酸素量OSA<sub>hs</sub>を算出するとともに、それらの平均値を「第3気筒に対する平均酸素吸蔵量OSA(3)」として算出するための処理を行う。

10

【0188】

次いで、CPUはステップ1065に進み、吸蔵酸素量OSA<sub>kz</sub>、放出酸素量OSA<sub>hs</sub>、及び、平均酸素吸蔵量OSA(3)の算出が完了したか否かを判定する。このとき、その算出が完了していなければ、CPUはステップ1065にて「No」と判定してステップ1095に直接進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0189】

このような処理が繰り返されると、吸蔵酸素量OSA<sub>kz</sub>、放出酸素量OSA<sub>hs</sub>、及び、平均酸素吸蔵量OSA(3)の算出が完了する。よって、CPUはステップ1065に進んだとき、そのステップ1065にて「Yes」と判定してステップ1070に進み、第4気筒リッチ化フラグX4の値を「1」に設定するとともに、第1気筒リッチ化フラグX1、第2気筒リッチ化フラグX2及び第3気筒リッチ化フラグX3の値を「0」に設定する。その後、CPUはステップ1095に進んで、本ルーチンを一旦終了する。

20

【0190】

この結果、第4気筒リッチ化フラグX4の値が「1」に設定されるから、CPUは図9のステップ920、ステップ930及びステップ940にて「No」と判定するようになるとともに、ステップ950にて「Yes」と判定してステップ955に進む。CPUは、ステップ955にて以下に述べる処理を行う。

【0191】

CPUは、第4気筒増量係数k<sub>Rich</sub>(4)の値を「1 + A + B」に設定する。

CPUは、第4気筒減量係数k<sub>Lean</sub>(4)の値を減量係数基準値「1 - A」に設定する。

30

CPUは、第1気筒増量係数k<sub>Rich</sub>(1)、第2気筒増量係数k<sub>Rich</sub>(2)、及び、第3気筒増量係数k<sub>Rich</sub>(3)のそれぞれの値を増量係数基準値「1 + A」に設定する。

CPUは、第1気筒減量係数k<sub>Lean</sub>(1)、第2気筒減量係数k<sub>Lean</sub>(2)、及び、第3気筒減量係数k<sub>Lean</sub>(3)のそれぞれの値を減量係数基準値「1 - A」に設定する。

【0192】

この結果、基本燃料噴射量F<sub>b</sub>(N)が一定である場合、図7のステップ750の処理により、第4気筒の補正後基本燃料噴射量F<sub>bh</sub>(4)が、第M気筒の補正後基本燃料噴射量F<sub>bh</sub>(M)(但し、Mは1、2、3よりも大きくなる(「(1 + A + B) / 「1 + A」」倍になる)。よって、リッチ要求フラグX<sub>Richreq</sub>の値が「1」である場合、第4気筒の気筒別空燃比のみが、残りの気筒の気筒別空燃比よりも小さい値に設定される。即ち、第4気筒の空燃比のみがリッチ補正される。

40

【0193】

なお、第N気筒減量係数k<sub>Lean</sub>(N)(但し、Nは1~4の整数)は、減量係数基準値「1 - A」に設定されているから、図7のステップ755の処理により、第N気筒の補正後基本燃料噴射量F<sub>bh</sub>(N)は基本燃料噴射量F<sub>b</sub>(N)が一定である限り互いに同じ値に設定される。よって、リッチ要求フラグX<sub>Richreq</sub>の値が「0」である場合、気筒別空燃比は総ての気筒において互いに等しいリーン空燃比に設定される。

50

## 【 0 1 9 4 】

この状態において、CPUが図10のステップ1000から処理を開始すると、CPUはステップ1005及びステップ1010の両ステップにて「Yes」と判定するとともに、ステップ1015、ステップ1035及びステップ1055の各ステップにて「No」と判定する。そして、CPUはステップ1075に進んで、上記(1)式及び上記(2)式に従って吸蔵酸素量OSAKz及び放出酸素量OSAhsを算出するとともに、それらの平均値を「第4気筒に対する平均酸素吸蔵量OSA(4)」として算出するための処理を行う。

## 【 0 1 9 5 】

次いで、CPUはステップ1080に進み、吸蔵酸素量OSAKz、放出酸素量OSAhs、及び平均酸素吸蔵量OSA(4)の算出が完了したか否かを判定する。このとき、その算出が完了していなければ、CPUはステップ1080にて「No」と判定してステップ1095に直接進み、本ルーチンを一旦終了する。

10

## 【 0 1 9 6 】

このような処理が繰り返されると、吸蔵酸素量OSAKz、放出酸素量OSAhs、及び、平均酸素吸蔵量OSA(4)の算出が完了する。よって、CPUはステップ1080に進んだとき、そのステップ1080にて「Yes」と判定してステップ1085に進み、第1気筒リッチ化フラグX1乃至第4気筒リッチ化フラグX4の各値を「0」に設定する。次いで、CPUはステップ1090に進み、各気筒のガス当りの程度を、平均酸素吸蔵量OSA(L)(但し、Lは、1, 2, 3, 4)に基づいて判定する。このガス当りの判定は、上記表1を例にしながら説明したように、以下のように行われる。

20

## 【 0 1 9 7 】

CPUは、平均酸素吸蔵量OSA(1)、平均酸素吸蔵量OSA(2)、平均酸素吸蔵量OSA(3)及び平均酸素吸蔵量OSA(4)の平均値OSAveを下記の(3)に従って算出する。

$$OSAve = \{OSA(1) + OSA(2) + OSA(3) + OSA(4)\} / 4 \dots (3)$$

## 【 0 1 9 8 】

CPUは、平均値OSAveから平均酸素吸蔵量OSA(L)(但し、Lは、1, 2, 3, 4)のそれぞれを減じた値を各気筒(L)に対応付けながら算出する。算出された値(乖離度)は、各気筒の排ガスの下流側空燃比センサ56の出力値Voxsへの影響度合いを表す値(即ち、気筒別影響度指標値EF(L))である。

30

## 【 0 1 9 9 】

CPUは、この算出された値(乖離度、気筒別影響度指標値EF(L))が大きい気筒ほど、ガス当りの程度が強いと判定する。即ち、気筒別影響度指標値EF(L)が最も大きい気筒が「ガス当りが最も強い気筒(ガス当たり最良気筒)」として特定され、気筒別影響度指標値EFが最も小さい気筒が「ガス当りが最も弱い気筒(ガス当たり最低気筒)」として特定される。

## 【 0 2 0 0 】

その後、CPUはステップ1093に進み、ガス当り程度判定終了フラグXFINの値を「1」に設定し、ステップ1095に進んで本ルーチンを一旦終了する。以上により、変動周期相関値としての平均酸素吸蔵量OSA(L)、及び、各気筒から排出される排ガスの下流側空燃比センサ56の出力値Voxsへのガス当りの程度を示す気筒別影響度指標値EF(L)が取得される。

40

## 【 0 2 0 1 】

なお、CPUは、変動周期相関値としての平均酸素吸蔵量OSA(L)(Lは1~4の整数)のうち最も小さい平均酸素吸蔵量OSA(M)(Mは1~4の整数の一つ)に対応する第M気筒を「ガス当たり最良気筒」として特定することができる。同様に、CPUは、変動周期相関値としての平均酸素吸蔵量OSA(L)(Lは1~4の整数)のうち最も大

50

きい平均酸素吸蔵量  $O S A ( P )$  ( $P$  は 1 ~ 4 の整数の一つ) に対応する第  $P$  気筒を「ガス当り最低気筒」として特定することができる

【 0 2 0 2 】

< ガス当り程度及び機関の運転状態に応じた気筒別補正ゲインの設定 >

図 10 のステップ 1093 にて、ガス当り程度判定終了フラグ  $X F I N$  の値が「1」に設定されると、CPU は図 9 のステップ 905 にて「No」と判定してステップ 960 に進む。このステップ 960 において、CPU は上述のようにして求められた気筒別影響度指標値  $E F ( N )$  に基づいて気筒別補正ゲイン ( 第  $N$  気筒増量係数  $k R i c h ( N )$  ) 及び第  $N$  気筒減量係数  $k L e a n ( N )$ 、 $N$  は 1 ~ 4 の整数) を設定する。

【 0 2 0 3 】

< < 1 . フューエルカット復帰後リッチ制御中の気筒別空燃比制御 > >

第 1 制御装置は、フューエルカット運転の終了後において、気筒別補正ゲインを調整する。より具体的に述べると、第 1 制御装置は、気筒別影響度指標値  $E F ( L )$  により示される「ある気筒  $L$  の排ガスの下流側空燃比センサ 56 の出力値  $V o x s$  への影響度合い」が強いほど ( 換言すると、気筒別影響度指標値  $E F ( L )$  が大きいほど)、第  $L$  気筒増量係数  $k R i c h ( L )$  を減少させる。

【 0 2 0 4 】

例えば、上述した表 1 に示したように、第 1 気筒がガス当り最良気筒であり、第 2 及び第 3 気筒がガス当り標準気筒であり、第 4 気筒がガス当り最低気筒であるとする、第 1 制御装置は、「ガス当り標準気筒である第 2 気筒の第 2 気筒増量係数  $k R i c h ( 2 )$  及びガス当り標準気筒である第 3 気筒の第 3 気筒増量係数  $k R i c h ( 3 )$ 」を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定する ( 図 12 のステップ 1220 内のグラフを参照。 )。

【 0 2 0 5 】

第 1 制御装置は、ガス当り最良気筒である第 1 気筒の第 1 気筒増量係数  $k R i c h ( 1 )$  を増量係数基準値「 $1 + A$ 」よりも正の値  $C$  だけ小さい値「 $1 + A - C$ 」に設定する。値  $C$  は、気筒別影響度指標値  $E F ( N )$  が大きいほど大きくなる値であり、且つ、値「 $1 + A - C$ 」が「1」よりも大きくなるように定められている。従って、第 1 気筒増量係数  $k R i c h ( 1 )$  は、気筒別影響度指標値  $E F ( 1 )$  が大きいほど、「1」と増量係数基準値「 $1 + A$ 」との間において小さくなる。

【 0 2 0 6 】

加えて、第 1 制御装置は、ガス当り最低気筒である第 4 気筒の第 4 気筒増量係数  $k R i c h ( 4 )$  を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定する。

【 0 2 0 7 】

一方、第 1 制御装置は、第  $N$  気筒減量係数  $k L e a n ( N )$  ( $N$  は 1 ~ 4 の整数) を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定する ( 図 12 のステップ 1230 を参照。 )。

【 0 2 0 8 】

フューエルカット運転中、触媒 43 には大量の酸素が流入する。従って、触媒 43 の酸素吸蔵量は最大酸素吸蔵量  $C_{max}$  に到達する。この状態を早期に脱するために、フューエルカット運転が終了した時点から、フューエルカット復帰後増量係数  $K F C F K$  が「1」よりも大きい値 ( $1 + F K$ ) に設定される。よって、最終燃料噴射量  $F i ( N )$  は増量されるので、触媒流入ガスの空燃比はリッチ空燃比に設定される。このように、フューエルカット終了後において機関の空燃比 ( 触媒流入ガスの空燃比) がリッチ空燃比に設定される空燃比制御は、「フューエルカット復帰後リッチ制御、又は、フューエルカット復帰後増量制御」とも称呼される。

【 0 2 0 9 】

このフューエルカット復帰後リッチ制御により、触媒 43 の酸素吸蔵量は減少する。よって、フューエルカット運転の終了後から所定の期間が経過すると、未燃物の一部が触媒 43 によって浄化されないまま触媒 43 の下流に排出され始める。即ち、未燃物の吹き抜け現象が生じる。

【 0 2 1 0 】

10

20

30

40

50

これにより、下流側空燃比センサ56の出力値 $V_{oxs}$ は理論空燃比相当電圧 $V_{st}$ よりも小さい値から大きい値へと変化する。この時点（フューエルカット運転終了後のリーン・リッチ反転時点）においては、触媒43に担持されている酸素吸蔵材は酸素を放出している、還元状態となっている。よって、従来装置は、このフューエルカット運転終了後のリーン・リッチ反転時点において触媒流入ガスの空燃比をリーン空燃比に設定している。

#### 【0211】

しかしながら、このフューエルカット運転終了後のリーン・リッチ反転時点において、触媒43に担持されている「触媒物質である貴金属（特に、ロジウム等）」は十分に還元状態に至っていない。即ち、貴金属はフューエルカット運転中の多量の酸素によって酸化されるので、貴金属がこの酸化状態を脱するためには、酸素吸蔵材から「フューエルカット運転中に吸蔵した過剰な酸素」を放出させるのに必要な未燃物よりも「より多くの未燃物（還元剤）」が必要である。従って、仮に、通常の「フューエルカット運転終了後のリーン・リッチ反転時点」にて触媒流入ガスの空燃比をリーン空燃比に切り替えてしまうと、貴金属が十分に還元できていない（酸素被毒状態である）ので、その後の触媒浄化効率が低下する可能性がある。

#### 【0212】

そこで、第1制御装置のCPUは、上述したように、フューエルカット復帰後リッチ制御が実行される時、ガス当り最良気筒（及び、必要に応じ、ガス当りの程度が標準よりも強い気筒）の増量係数 $k_{Rich}(N)$ を増量係数基準値「 $1+A$ 」よりも小さい値「 $1+A-C$ 」に設定する。換言すると、第1制御装置は、ガス当り最良気筒が第X気筒であるとすると、「第X気筒増量係数 $k_{Rich}(X)$ 」を「他の気筒である第Y気筒増量係数 $k_{Rich}(Y)$ （Yは1～4の整数のうちのX以外の値）」よりも、小さくする。

#### 【0213】

この結果、総ての気筒の増量係数 $k_{Rich}$ を増量係数基準値「 $1+A$ 」に設定している場合に比較して、ガス当り最良気筒の排ガスの空燃比が「リッチ空燃比ではあるが他の気筒の空燃比に比べ理論空燃比に近い値」へと変更されるので、ガス当り最良気筒から排出される排ガスの「下流側空燃比センサ56の出力値 $V_{oxs}$ を理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へ変化させる能力」が抑制される。従って、フューエルカット復帰後リッチ制御が実行されている場合に未燃物の吹き抜け現象が生じたとしても、下流側空燃比センサ56の出力値 $V_{oxs}$ の「理論空燃比相当電圧 $V_{st}$ よりも小さい値から大きい値への変化（フューエルカット運転終了後のリーン・リッチ反転時点）」が遅れる。

#### 【0214】

この結果、フューエルカット運転終了後のリーン・リッチ反転時点が到来するまで、触媒43には「より多くの」未燃物が流入するので、触媒43が担持する貴金属の還元が十分になされる。よって、第1制御装置は、フューエルカット運転の終了後において、触媒43の浄化能力が低下することを回避することができる。

#### 【0215】

更に、第1制御装置は、フューエルカット復帰後リッチ制御期間中において、更に、ガス当りの程度が標準よりも低い気筒Zの第Z気筒増量係数 $k_{Rich}(Z)$ を、ガス当り標準気筒（表1に示した例における第2気筒及び第3気筒）の増量係数基準値「 $1+A$ 」よりも大きい値「 $1+A+D$ 」に設定してもよい。この場合、値Dは正の値であり、気筒別影響度指標値 $E_F(Z)$ が小さくなるほど大きくなる値であることが好ましい。

#### 【0216】

ガス当りの程度が低い（或いは、最も低い）第Z気筒の第Z気筒増量係数 $k_{Rich}(Z)$ が増量係数基準値「 $1+A$ 」よりも大きい値に設定されたとしても、それによりフューエルカット運転終了後のリーン・リッチ反転時点が早くなる可能性は小さい。従って、このようにすれば、フューエルカット復帰後リッチ制御期間中において、触媒43に「より多くの未燃物（還元剤）」を流入させることができる。その結果、触媒43が担持する貴金属の還元をより確実に行うことができる。

#### 【0217】

10

20

30

40

50

次に、図 1 1 乃至図 1 3 を参照しながら、CPU が、フューエルカットフラグ X F C、フューエルカット復帰後増量係数 K F C F K、第 N 気筒増量係数 k R i c h ( N ) 及び第 N 気筒減量係数 k L e a n ( N ) 等をどのように設定するかについて説明する。

【 0 2 1 8 】

CPU は、所定時間が経過する毎に図 1 1 にフローチャートにより示した「フューエルカット条件判定ルーチン」を実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPU は図 1 1 のステップ 1 1 0 0 から処理を開始してステップ 1 1 1 0 に進み、現時点におけるフューエルカットフラグ X F C の値が「 0 」であるか否かを判定する。即ち、CPU は、現時点がフューエルカット運転中でないか否かを判定する。なお、フューエルカットフラグ X F C の値は、上述したイニシャルルーチンにおいて「 0 」に設定されるようになっている。

10

【 0 2 1 9 】

いま、フューエルカットフラグ X F C の値が「 0 」であると仮定する。この場合、CPU はステップ 1 1 1 0 にて「 Y e s 」と判定してステップ 1 1 2 0 に進み、フューエルカット条件（フューエルカット開始条件）が成立しているか否かを判定する。

【 0 2 2 0 】

より具体的に述べると、フューエルカット条件は、アクセルペダル操作量 Accp 又はスロットル弁開度 T A が「 0 」であり、且つ、機関回転速度 N E がフューエルカット回転速度 N E F C t h 以上であるときに成立する。

【 0 2 2 1 】

そして、フューエルカット条件が成立していなければ、CPU はステップ 1 1 2 0 にて「 N o 」と判定し、ステップ 1 1 9 5 に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。これに対し、フューエルカット条件が成立していると、CPU はステップ 1 1 2 0 にて「 Y e s 」と判定してステップ 1 1 3 0 に進み、フューエルカットフラグ X F C の値を「 1 」に設定する。その後、CPU はステップ 1 1 9 5 に進んで本ルーチンを一旦終了する。これにより、CPU は図 7 のステップ 7 0 5 にて「 N o 」と判定してステップ 7 9 5 に直接進むようになるので、フューエルカット運転が開始する。

20

【 0 2 2 2 】

このような状態（フューエルカットフラグ X F C の値が「 1 」に設定された状態）において、再び、CPU がステップ 1 1 0 0 から処理を開始すると、CPU はステップ 1 1 1 0 にて「 N o 」と判定する。そして、CPU はステップ 1 1 4 0 に進み、フューエルカット終了条件が成立しているか否かを判定する。

30

【 0 2 2 3 】

より具体的に述べると、フューエルカット終了条件は、フューエルカットフラグ X F C の値が「 1 」であるときに（フューエルカット運転中）において、アクセルペダル操作量 Accp 又はスロットル弁開度 T A が「 0 」でなくなるか、若しくは、機関回転速度 N E がフューエルカット復帰回転速度 N E r t 以下となったときに成立する。フューエルカット復帰回転速度 N E r t はフューエルカット回転速度 N E F C t h よりも正の所定回転数 N E だけ小さい（ $N E r t = N E F C t h - N E$ 、 $N E > 0$ ）。

【 0 2 2 4 】

このとき、フューエルカット終了条件が成立していなければ、CPU はステップ 1 1 4 0 にて「 N o 」と判定し、ステップ 1 1 9 5 に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

40

【 0 2 2 5 】

これに対し、フューエルカット終了条件が成立していると、CPU はステップ 1 1 4 0 にて「 Y e s 」と判定してステップ 1 1 5 0 に進み、フューエルカットフラグ X F C の値を「 0 」に設定する。これにより、CPU は図 7 のステップ 7 0 5 にて「 Y e s 」と判定するようになるので、フューエルカット運転が終了され、燃料噴射（機関 1 0 への燃料供給）が再開される。

【 0 2 2 6 】

次に、CPU はステップ 1 1 6 0 に進み、フューエルカット運転終了フラグ X F C F K

50

の値を「1」に設定する。フューエルカット運転終了フラグXFCFKの値は上述したイニシャルルーチンにおいて「0」に設定されるようになっていいる。フューエルカット運転終了フラグXFCFKは、その値が「1」であるとき、フューエルカット運転が終了し、その後のフューエルカット復帰後リッチ制御が実行されていることを示す。

【0227】

次いで、CPUはステップ1170に進み、フューエルカット復帰後増量係数KFCFKの値を値「1 + FK」に設定する。値FKは正の値（例えば、0.2）である。なお、値FKは「0」であってもよい。その後、CPUはステップ1195に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0228】

更に、CPUは、図9のステップ960に進んだとき、図12にフローチャートにより示した「フューエルカット復帰後リッチ制御の気筒別空燃比制御ルーチン」の処理をステップ1200から開始するようになっていいる。

【0229】

即ち、CPUは、ガス当り程度判定終了フラグXFINの値が「1」に設定されている場合、図9のステップ905にて「No」と判定してステップ960に進み、図12のステップ1200に進む。次いで、CPUはステップ1210に進み、フューエルカット運転終了フラグXFCFKの値が「1」であるか否かを判定する。

【0230】

このとき、フューエルカット運転終了フラグXFCFKの値が「0」であると、CPUはステップ1210にて「No」と判定し、ステップ1295に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0231】

これに対し、CPUがステップ1210の処理を実行する時点において、フューエルカット運転終了フラグXFCFKの値が「1」であると、CPUはそのステップ1210にて「Yes」と判定してステップ1220に進み、上述したように、気筒別影響度指標値EF(N)に基づいて第N気筒増量係数kRich(N)を設定する。

【0232】

より具体的に述べると、CPUは、ステップ1220内のグラフにおける実線により示したように、第N気筒の気筒別影響度指標値EF(N)（即ち、第N気筒のガス当り程度）が大きいほど、第N気筒増量係数kRich(N)が「1」と「1 + A」との間において次第に小さくなるように、第N気筒増量係数kRich(N)を決定する。但し、CPUは、第N気筒の気筒別影響度指標値EF(N)が「0」以下である場合（即ち、第N気筒のガス当り程度が標準的であるか又は標準よりも低い場合）、第N気筒増量係数kRich(N)を増量係数基準値「1 + A」に設定する。

【0233】

次に、CPUはステップ1230に進み、第N気筒増量係数kRich(N)（Nは1～4の整数）を減量係数基準値「1 - A」に設定する。その後、CPUはステップ1295に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0234】

更に、CPUは、図12のルーチンの処理を終了すると、図13にフローチャートにより示した「フューエルカット復帰後増量係数リセットルーチン」の処理をステップ1300から開始する。次に、CPUはステップ1310に進み、フューエルカット運転終了フラグXFCFKの値が「1」であるか否かを判定する。

【0235】

このとき、フューエルカット運転終了フラグXFCFKの値が「1」であると、CPUはステップ1310にて「Yes」と判定してステップ1320に進み、リッチ要求フラグXRichreqの値が「1」から「0」へ変化した直後であるか否か（即ち、出力値Voxsがリッチ反転したか否か、フューエルカット運転終了後のリーン・リッチ反転が発生した直後であるか否か）を判定する。そして、リッチ要求フラグXRichreqの値が「1」から「

10

20

30

40

50

0」へ変化した直後であると、CPUはステップ1320にて「Yes」と判定し、以下に述べるステップ1330乃至ステップ1360の処理を順に行い、ステップ1395に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0236】

ステップ1330：CPUは、フューエルカット復帰後増量係数KFCFKの値を「1」に戻す。これにより、フューエルカット復帰後リッチ制御が終了する。

ステップ1340：CPUは、フューエルカット運転終了フラグXFCFKの値を「0」に設定する。

ステップ1350：CPUは、第N気筒増量係数kRich(N)(Nは1～4の整数)を増量係数基準値「1+A」に設定する。

ステップ1360：CPUは、第N気筒減量係数kLean(N)(Nは1～4の整数)を減量係数基準値「1-A」に設定する。但し、このステップ1350は省略され得る。

【0237】

なお、CPUがステップ1310の処理を実行する時点において、フューエルカット運転終了フラグXFCFKの値が「1」でない場合(「0」である場合)、CPUはそのステップ1310にて「No」と判定し、ステップ1395に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。また、CPUは、ガス当り程度判定終了フラグXFINの値が「0」である場合であっても、フューエルカット運転終了後のリーン・リッチ反転が発生した場合、フューエルカット復帰後増量係数KFCFKの値を「1」に戻し、且つ、フューエルカット運転終了フラグXFCFKの値を「0」に設定する。

【0238】

更に、CPUがステップ1320の処理を実行する時点において、リッチ要求フラグXRichreqの値が「1」から「0」に変化した直後でなければ、CPUはステップ1320にて「No」と判定し、ステップ1395に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。以上のように、フューエルカットフラグXFC、フューエルカット復帰後増量係数KFCFK、第N気筒増量係数kRich(N)及び第N気筒減量係数kLean(N)等が設定される。

【0239】

<<2.空燃比フィードバック制御の遅れを補償するための気筒別空燃比制御>>  
ところで、吸入空気量Gaが極めて大きい場合(即ち、吸入空気量Gaが高側(第1)閾値吸入空気量GaHit以上である場合)、触媒流入ガスの空燃比がリーン空燃比であると多量の酸素が触媒43に流入し、触媒流入ガスの空燃比がリッチ空燃比であると多量の未燃物が触媒43に流入する。従って、触媒43から酸素が流出し始めたときに触媒流入ガスの空燃比を迅速にリッチ空燃比に設定できないと、多量のNOxが排出される虞がある。同様に、触媒43から未燃物が流出し始めたときに触媒流入ガスの空燃比を迅速にリーン空燃比に設定できないと、多量の未燃物が排出される虞がある。

【0240】

一方、下流側空燃比センサ56が備える空燃比検出素子は「空燃比の変化に対する不可避的な応答遅れ」を有する。換言すると、下流側空燃比センサ56の出力値Voxsは、下流側空燃比センサ56の周囲に到達している排ガスの空燃比がリーン空燃比からリッチ空燃比へと、又はその逆へと」変化した場合であっても、変化後の空燃比に対応した値に直ちには変化しない。

【0241】

この結果、下流側空燃比センサ56自体の空燃比変化に対する応答遅れ時間が、空燃比のフィードバック制御上無視できない程度にまで相対的に大きくなる。従って、エミッションが悪化する場合がある。

【0242】

逆に、吸入空気量Gaが極めて小さい場合(即ち、吸入空気量Gaが低側(第2)閾値吸入空気量Galot以下である場合)、触媒43の酸素吸蔵量が最大酸素吸蔵量Cma

10

20

30

40

50

x又は「0」に到達するまでには比較的長い時間を要する。従って、空燃比のフィードバック制御における「制御上の無駄時間」が長くなるので、結果として、機関の空燃比が精度良くフィードバック制御できず、特に、その状態において加速運転に移行して吸入空気量  $G_a$  が増大した場合、エミッションが悪化する虞がある。

【0243】

そこで、第1制御装置は、吸入空気量  $G_a$  が「極めて大きい高側（第1）閾値吸入空気量  $G_a \text{ Hit}$ 」以上であるか否か、及び、吸入空気量  $G_a$  が「高側（第1）閾値吸入空気量  $G_a \text{ Hit}$ 」に比べて極めて小さい低側（第2）閾値吸入空気量  $G_a \text{ Lot}$ 」以下であるか否か、を判定する。

【0244】

そして、第1制御装置は、吸入空気量  $G_a$  が高側閾値吸入空気量  $G_a \text{ Hit}$  以上であるか、又は、吸入空気量  $G_a$  が低側閾値吸入空気量  $G_a \text{ Lot}$  以下であると判定した場合、気筒別補正ゲイン（第N気筒増量係数  $k \text{ Rich}(N)$ ）及び第N気筒減量係数  $k \text{ Lean}(N)$ 、Nは1～4の整数）を調整する。この制御は、「フィードバック周期短縮化制御（フィードバック周期短縮化のための気筒別空燃比制御）」又は「空燃比フィードバック制御の遅れを補償するための気筒別空燃比制御」とも称呼される。

【0245】

より具体的に述べると、第1制御装置は、気筒別影響度指標値  $E \text{ F}(L)$  により示される「ある気筒Lの排ガスの下流側空燃比センサ56の出力値  $V_{oxs}$  への影響度合い」が強いほど（換言すると、気筒別影響度指標値  $E \text{ F}(L)$  が大きいほど）、第L気筒増量係数  $k \text{ Rich}(L)$  を大きくし、且つ、第L気筒減量係数  $k \text{ Lean}(L)$  を小さくする。

【0246】

例えば、上述した表1に示したように、第1気筒が「ガス当り最良気筒」であり、第2及び第3気筒が「ガス当り標準気筒（気筒別影響度指標値  $E \text{ F}(L)$  が「0」である気筒）」であり、第4気筒が「ガス当り最低気筒」であるとすると、第1制御装置は、図14のステップ1430内のグラフに実線により示したように、「ガス当り標準気筒である第2気筒の第2気筒増量係数  $k \text{ Rich}(2)$  及びガス当り標準気筒である第3気筒の第3気筒増量係数  $k \text{ Rich}(3)$ 」を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定する。

【0247】

第1制御装置は、図14のステップ1430内のグラフに実線により示したように、ガス当り最良気筒である第1気筒の第1気筒増量係数  $k \text{ Rich}(1)$  を増量係数基準値「 $1 + A$ 」よりも正の値  $C_1$  だけ大きい値「 $1 + A + C_1$ 」に設定する。値  $C_1$  は、気筒別影響度指標値  $E \text{ F}(N)$  が大きいほど大きくなる値であり、従って、第1気筒増量係数  $k \text{ Rich}(1)$  は気筒別影響度指標値  $E \text{ F}(1)$  が大きいほど増量係数基準値「 $1 + A$ 」よりも大きい範囲において大きくなる。

【0248】

第1制御装置は、図14のステップ1430内のグラフに実線により示したように、ガス当り最低気筒である第4気筒の第4気筒増量係数  $k \text{ Rich}(4)$  を増量係数基準値「 $1 + A$ 」よりも正の値  $D_1$  だけ小さい値「 $1 + A - D_1$ 」に設定する。値  $D_1$  は、気筒別影響度指標値  $E \text{ F}(N)$  が小さいほど大きくなる値であり、且つ、値「 $1 + A - D_1$ 」が「1」よりも大きくなるように定められている。従って、第4気筒増量係数  $k \text{ Rich}(4)$  は、気筒別影響度指標値  $E \text{ F}(4)$  が小さいほど、「1」と増量係数基準値「 $1 + A$ 」との間において小さくなる。

【0249】

加えて、第1制御装置は、図14のステップ1440内のグラフに実線により示したように、「ガス当り標準気筒である第2気筒の第2気筒減量係数  $k \text{ Lean}(2)$  及びガス当り標準気筒である第3気筒の第3気筒減量係数  $k \text{ Lean}(3)$ 」を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定する。

【0250】

第1制御装置は、図14のステップ1440内のグラフに実線により示したように、ガ

10

20

30

40

50

ス当り最良気筒である第1気筒の第1気筒減量係数  $k_{Lean}(1)$  を減量係数基準値「 $1 - A$ 」よりも正の値  $C2$  だけ小さい値「 $1 - A - C2$ 」に設定する。値  $C2$  は、気筒別影響度指標値  $EF(N)$  が大きいほど大きくなる値であり、値「 $1 - A - C2$ 」が「 $0$ 」よりも大きくなるように定められている。従って、第1気筒減量係数  $k_{Lean}(1)$  は気筒別影響度指標値  $EF(1)$  が大きいほど、「 $0$ 」と減量係数基準値「 $1 - A$ 」との間において小さくなる。

【0251】

第1制御装置は、図14のステップ1440内のグラフに実線により示したように、ガス当り最低気筒である第4気筒の第4気筒減量係数  $k_{Lean}(4)$  を減量係数基準値「 $1 - A$ 」よりも正の値  $D2$  だけ大きい値「 $1 - A + D2$ 」に設定する。値  $D2$  は、気筒別影響度指標値  $EF(N)$  が小さいほど大きくなる値であり、且つ、値「 $1 - A + D2$ 」が「 $1$ 」よりも小さくなるように定められている。従って、第4気筒減量係数  $k_{Lean}(4)$  は、気筒別影響度指標値  $EF(4)$  が小さいほど、「 $1$ 」と減量係数基準値「 $1 - A$ 」との間において大きくなる。

10

【0252】

これによれば、リッチ要求が発生している場合、「ガス当りが相対的に強い気筒の空燃比」が「ガス当りの相対的に弱い気筒の空燃比」よりも「よりリッチな（小さい）空燃比」に設定される。更に、リーン要求が発生している場合、「ガス当りが相対的に強い気筒の空燃比」が「ガス当りの相対的に弱い気筒の空燃比」よりも「よりリーンな（大きい）空燃比」に設定される。

20

【0253】

従って、リッチ要求が発生している場合には下流側空燃比センサ56の出力値  $Voxs$  が「理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値」へと早期に変化し、リーン要求が発生している場合には下流側空燃比センサ56の出力値  $Voxs$  が「理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値」へと早期に変化する。

【0254】

この結果、排ガスの流量が相当に大きいためにリッチ要求及びリーン要求が発生したことを迅速に判定しなければならない場合（換言すると、下流側空燃比センサ56自体の空燃比変化に対する応答遅れ時間が空燃比のフィードバック制御上、無視できないようになる場合）、及び、排ガスの流量が微量であって「排ガスが燃焼室21から下流側空燃比センサ56まで移動する時間（排ガスの輸送遅れ時間）」が大きい場合、等において、リッチ要求又はリーン要求が発生したとの判定を早期に行うことができる。この結果、リーン要求及びリーン要求の何れかが発生したことを遅滞なく判定することができ、及び/又は、下流側空燃比センサ56の出力値  $Voxs$  の変動周期（即ち、上述した反転周期に応じた周期であり、空燃比のフィードバック周期とも言える時間）を短くすることができる。よって、第1制御装置は、触媒流入ガスの空燃比を適切に制御することができるので、エミッションを改善することができる。

30

【0255】

なお、第1制御装置は、図14のステップ1430内のグラフに破線により示したように、ガス当りが「ガス当り標準気筒」よりも弱い気筒  $S$  の第  $S$  気筒増量係数  $k_{Rich}(S)$  を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定してもよい。同様に、第1制御装置は、図14のステップ1440内のグラフに破線により示したように、ガス当りが「ガス当り標準気筒」よりも弱い気筒  $S$  の第  $S$  気筒減量係数  $k_{Lean}(S)$  を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定してもよい。

40

【0256】

更に、第1制御装置は、ガス当り最良気筒（第  $X$  気筒、 $X$  は  $1 \sim 4$  の整数のうちの一つ）の第  $X$  気筒増量係数  $k_{Rich}(X)$  を値「 $1 + A + C1$ 」に設定し、残りの総ての気筒（第  $Y$  気筒、 $Y$  は  $1 \sim 4$  の整数のうち  $X$  以外の整数）の第  $Y$  気筒増量係数  $k_{Rich}(Y)$  を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定してもよい。加えて、第1制御装置は、ガス当り最良気筒（第  $X$  気筒）の第  $X$  気筒減量係数  $k_{Lean}(X)$  を値「 $1 - A - C2$ 」に設

50

定し、残りの総ての気筒Yの第Y気筒減量係数 $k_{Lean}(Y)$ を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定してもよい。更に、第1制御装置は、第N気筒増量係数 $k_{Rich}(N)$ (Nは1~4の整数)を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定するか、又は、第N気筒減量係数 $k_{Lean}(N)$ (Nは1~4の整数)減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定してもよい。

【0257】

次に、図14を参照しながら、第1制御装置のCPUが上記フィードバック周期短縮化制御を行う際の作動について説明する。CPUは、図9のステップ960に進んだとき、図12及び図13のルーチンの処理を終了すると、図14にフローチャートにより示した「フィードバック周期短縮化のための気筒別空燃比制御」を実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUは図14のステップ1400から処理を開始してステップ1410に進み、フューエルカット運転終了フラグ $X_{FCFK}$ の値が「0」であるか否かを判定する。

10

【0258】

このとき、フューエルカット運転終了フラグ $X_{FCFK}$ の値が「1」であると、CPUはステップ1410にて「No」と判定し、ステップ1495に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0259】

一方、CPUがステップ1410の処理を行う時点において、フューエルカット運転終了フラグ $X_{FCFK}$ の値が「0」であると、CPUはそのステップ1410にて「Yes」と判定してステップ1420に進み、吸入空気量 $G_a$ が高側閾値吸入空気量(第1閾値吸入空気量) $G_{aHit}$ 以上であるか否かを判定する。高側閾値吸入空気量 $G_{aHit}$ は、機関10の負荷 $K_L$ が高負荷にある場合の吸入空気量 $G_a$ に相当する。

20

【0260】

いま、吸入空気量 $G_a$ が高側閾値吸入空気量(第1閾値吸入空気量) $G_{aHit}$ 以上であると仮定する。この場合、CPUは、ステップ1420にて「Yes」と判定してステップ1430に進み、気筒別影響度指標値 $E_F(N)$ に基いて第N気筒増量係数 $k_{Rich}(N)$ を設定する。

【0261】

より具体的に述べると、CPUは、ステップ1430内のグラフにおける実線により示したように、第N気筒(Nは1~4の整数)の気筒別影響度指標値 $E_F(N)$ (即ち、第N気筒のガス当り程度)が大きいほど、第N気筒増量係数 $k_{Rich}(N)$ が「1」よりも大きい範囲において次第に大きくなるように第N気筒増量係数 $k_{Rich}(N)$ を決定する。但し、CPUは、第N気筒の気筒別影響度指標値 $E_F(N)$ が「0」である場合(即ち、第N気筒のガス当り程度が標準的である場合)、第N気筒増量係数 $k_{Rich}(N)$ を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定する。

30

【0262】

次に、CPUはステップ1440に進み、そのステップ1440内のグラフにおける実線により示したように、第N気筒(Nは1~4の整数)の気筒別影響度指標値 $E_F(N)$ (即ち、第N気筒のガス当り程度)が大きいほど、第N気筒減量係数 $k_{Lean}(N)$ が「1」よりも小さく且つ「0」よりも大きい範囲において次第に小さくなるように第N気筒減量係数 $k_{Lean}(N)$ を決定する。但し、CPUは、第N気筒の気筒別影響度指標値 $E_F(N)$ が「0」である場合(即ち、第N気筒のガス当り程度が標準的である場合)、第N気筒減量係数 $k_{Lean}(N)$ を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定する。その後、CPUは本ルーチンを一旦終了する。

40

【0263】

一方、CPUがステップ1420の処理を行う時点において、吸入空気量 $G_a$ が高側閾値吸入空気量 $G_{aHit}$ 以上でなければ、CPUはそのステップ1420にて「No」と判定してステップ1450に進み、吸入空気量 $G_a$ が低側閾値吸入空気量(第2閾値吸入空気量) $G_{aLoth}$ 以下であるか否かを判定する。低側閾値吸入空気量 $G_{aLoth}$ は、機関10の負荷 $K_L$ が極低負荷にある場合の吸入空気量 $G_a$ に相当する。よって、低

50

側閾値吸入空気量  $G_{aLoth}$  は、高側閾値吸入空気量  $G_{aHit}$  よりも十分に小さい。

【0264】

このとき、吸入空気量  $G_a$  が低側閾値吸入空気量  $G_{aLoth}$  以下であると、CPU はステップ 1450 にて「Yes」と判定し、上述したステップ 1430 及びステップ 1420 の処理を順に行い、ステップ 1495 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0265】

これに対し、CPU がステップ 1430 の処理を行う時点において、吸入空気量  $G_a$  が低側閾値吸入空気量  $G_{aLoth}$  以下でなければ（即ち、吸入空気量  $G_a$  が低側閾値吸入空気量よりも大きく且つ高側閾値吸入空気量  $G_{aHit}$  よりも小さい場合）、CPU はステップ 1450 にて「No」と判定し、以下に述べるステップ 1460 及びステップ 1470 の処理を順に行い、ステップ 1495 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0266】

ステップ 1460：CPU は、第  $N$  気筒増量係数  $k_{Rich}(N)$  ( $N$  は 1 ~ 4 の整数) を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定する。

ステップ 1470：CPU は、第  $N$  気筒減量係数  $k_{Lean}(N)$  ( $N$  は 1 ~ 4 の整数) を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定する。

【0267】

以上、説明したように、第 1 制御装置は、

複数の気筒のそれぞれの燃焼室 (21) に混合気を供給するとともに同それぞれの燃焼室に供給される混合気空燃比である気筒別空燃比を前記複数の気筒間において互いに独立して調整することが可能に構成された気筒別混合気供給手段 (燃料噴射弁 25、図 7 の特にステップ 740 を参照。) と、

触媒 43 に流入する排ガスである触媒流入ガスの空燃比を理論空燃比よりも小さいリッチ空燃比に設定する要求であるリッチ要求と前記触媒流入ガスの空燃比を理論空燃比よりも大きいリーン空燃比に設定する要求であるリーン要求との何れの空燃比要求が発生しているかを下流側空燃比センサ 56 の出力値  $V_{oxs}$  に基いて決定するとともに (図 8 を参照。)、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれが前記決定された空燃比要求に応じた空燃比となるように同複数の気筒の気筒別空燃比を制御する気筒別空燃比制御手段 (図 7 の特にステップ 735、ステップ 745 乃至ステップ 755、及び、図 9 等を参照。)

を備える。

【0268】

更に、第 1 制御装置において、

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記複数の気筒のうちの一つの気筒を選択気筒として選択し且つ前記選択気筒の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうち残りの気筒である非選択気筒の気筒別空燃比と相違するように前記複数の気筒のそれぞれの気筒別空燃比を変更するとともに前記下流側空燃比センサの出力値の変動周期に相関を有する値 (平均酸素吸蔵量  $OSA(N)$ ) を前記選択気筒に対応する変動周期相関値として取得する動作を、総ての気筒のそれぞれが前記選択気筒として選択されるまで繰り返し実行する変動周期相関値取得手段 (図 5、図 9 及び図 10 等を参照。) と、

前記複数の気筒のそれぞれに対応する前記取得された変動周期相関値 (平均酸素吸蔵量  $OSA(N)$ ) に基づいて、前記複数の気筒のそれぞれから排出される排ガスの前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いを判定するガス当り度合い判定手段 (図 5 のステップ 550、図 10 のステップ 1090 及び表 1 等を参照。) と、

を含む。

【0269】

従って、第 1 制御装置は、各気筒からの排ガスの下流側空燃比センサ 56 の出力値  $V_{oxs}$  への影響度合いを判定 (取得) することができる。よって、各気筒からの排ガスの下流側空燃比センサ 56 の出力値  $V_{oxs}$  への影響度合い (気筒別影響度指標値  $EF(N)$ ) を利用

して気筒別空燃比を制御することが可能になるから、エミッションを改善することが可能である。

【0270】

前記ガス当り度合い判定手段は、

前記複数の気筒のそれぞれに対応する前記取得された変動周期相関値（平均酸素吸蔵量OSA(N)）に基づいて、前記複数の気筒のそれぞれから排出される排ガスの前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いを示す気筒別影響度指標値EF(N)を前記複数の気筒のそれぞれに対して取得する気筒別影響度指標値取得手段を含み（図10のステップ1090、及び、表1を参照。）、

前記気筒別空燃比制御手段は、

前記リッチ要求が発生している期間において、「気筒別影響度指標値EF(N)により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが第1の値である気筒」の気筒別空燃比が、「気筒別影響度指標値EF(N)により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが前記第1の値よりも小さい第2の値である気筒」の気筒別空燃比よりも小さくなるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正するフィードバック周期短縮化制御を実行する気筒別空燃比補正手段を含む（図14の特にステップ1430及び図7のステップ750を参照。）。

【0271】

なお、この気筒別空燃比補正手段は、

前記リッチ要求が発生している期間において「変動周期相関値（平均酸素吸蔵量OSA(N)）に基づいて特定されるガス当り最良気筒（気筒別影響度指標値EF(N)が複数の気筒のうちで最大の気筒）」の気筒別空燃比が、前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比よりも小さい空燃比（よりリッチな空燃比）となるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する手段でもある。

【0272】

これによれば、下流側空燃比センサ56の出力値Voxsが、理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと早期に変化する。この結果、触媒43に多量で且つ浄化されない未燃物が流入しないように触媒流入ガスの空燃比を適切に制御することができる。従って、エミッションを改善することができる。

【0273】

更に、前記気筒別空燃比制御手段は、

前記リーン要求が発生している期間において、「気筒別影響度指標値EF(N)により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが第1の値である気筒」の気筒別空燃比が、「気筒別影響度指標値EF(N)により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが前記第1の値よりも小さい第2の値である気筒」の気筒別空燃比よりも大きくなるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正するフィードバック周期短縮化制御を実行する気筒別空燃比補正手段を含む（図14の特にステップ1440及び図7のステップ755を参照。）。

【0274】

なお、この気筒別空燃比制御手段は、

前記リーン要求が発生している期間において前記特定されたガス当り最良気筒（気筒別影響度指標値EF(N)が複数の気筒のうちで最大の気筒）の気筒別空燃比が前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒の気筒別空燃比よりも大きい空燃比（よりリーンな空燃比）となるように前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する手段でもある。

【0275】

これによれば、下流側空燃比センサ56の出力値Voxsが、理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと早期に変化する。この結果、触媒43に多量で且つ浄化されないNOxが流入しないように触媒流入ガスの空燃比を適切に制御することができる。従って、エミッションを改善することができる。

10

20

30

40

50

## 【0276】

加えて、第1制御装置はフューエルカット運転を行うフューエルカット手段を含む（図11及び図7のステップ705での「No」との判定を参照。）。

## 【0277】

更に、前記気筒別空燃比制御手段は、

前記フューエルカット運転の終了時点以降に前記下流側空燃比センサの出力値に基いて前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたか否かを判定する（図13のステップ1310及びステップ1320を参照。）とともに、前記フューエルカット運転の終了時点から前記三元触媒の下流に未燃物が流出し始めたと判定される時点までのフューエルカット終了後期間（即ち、フューエルカット運転終了フラグXFCFKの値が「1」である期間）において、「気筒別影響度指標値EF(N)により示される下流側空燃比センサ56の出力値Voxsへの影響度合いが第1の値である気筒」の気筒別空燃比が、「気筒別影響度指標値EF(N)により示される下流側空燃比センサ56の出力値Voxsへの影響度合いが前記第1の値よりも小さい第2の値である気筒」の気筒別空燃比よりも大きく且つ理論空燃比よりは小さい空燃比になるように、前記気筒別空燃比を補正するフューエルカット終了後制御を実行する気筒別空燃比補正手段を含む（図12の特にステップ1220と、図7のステップ750と、を参照。）。

10

## 【0278】

この気筒別空燃比補正手段は、「ガス当り最良気筒（気筒別影響度指標値EF(N)が複数の気筒のうちで最大の気筒）」の気筒別空燃比が、「前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒」の気筒別空燃比よりも大きく且つ理論空燃比よりは小さい空燃比になるように、前記気筒別空燃比を補正する手段でもある。

20

## 【0279】

これにより、フューエルカット運転が終了した後に下流側空燃比センサ56の出力値Voxsが理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値からリッチな空燃比に相当する値へと変化するタイミング（リーン要求の発生タイミング）を従来装置よりも遅らせることができるので、フューエルカット終了後期間において触媒43の貴金属を還元させるのに十分な未燃物を触媒43に流入させることができる。この結果、フューエルカット運転の終了後において「貴金属が還元されていないために触媒43の浄化能力が低下すること」を回避することができる。

30

## 【0280】

なお、第1制御装置のCPUは、気筒別影響度指標値EF(N)（Nは1～4の整数）をバックアップRAMに格納し、次の機関10の始動後において新たに気筒別影響度指標値EF(N)が得られるまで、バックアップRAMに格納された気筒別影響度指標値EFに基いて気筒別空燃比制御を実行してもよい。

## 【0281】

（第1制御装置の変形例）

次に、第1制御装置の変形例について説明する。この変形例は、フューエルカット復帰後増量係数KFCFKを常に「1」に維持する。換言すると、この変形例においてフューエルカット復帰後増量係数KFCFKは使用されない。

40

## 【0282】

前述したように、フューエルカット運転中において触媒43の酸素吸蔵量は最大酸素吸蔵量Cmaxに達するので、フューエルカット運転が終了した直後における出力値Voxsは理論空燃比相当電圧Vstよりも小さい。従って、リッチ要求フラグXRichreqの値は図8のステップ810にて「1」に設定されるから、CPUは図7のステップ745にて「Yes」と判定してステップ750に進む。よって、第N気筒増量係数kRich(N)により基本燃料噴射量Fb(N)が増量されるので、触媒流入ガスの空燃比はフューエルカット復帰後増量係数KFCFKの値が「1」であってもリッチ空燃比に設定される。その他の点は、第1制御装置と同様である。

## 【0283】

50

即ち、上述した第1制御装置の気筒別空燃比補正手段は、「フューエルカット終了後期間における複数の気筒の気筒別空燃比の平均値」が「フューエルカット終了後期間の経過後において、リッチ要求が発生している場合における複数の気筒の気筒別空燃比の平均値」よりも小さくなる（よりリッチな空燃比となる）ように、気筒別空燃比を補正するように構成されている。

【0284】

これによれば、フューエルカット終了後期間において触媒43に十分な未燃物（還元剤）を供給することができるとともに、フューエルカット終了後から短時間内に触媒43を通常の状態へと移行させることができる。

【0285】

これに対し、第1制御装置の変形例に係る気筒別空燃比補正手段は、「フューエルカット終了後期間における複数の気筒の気筒別空燃比の平均値」が「フューエルカット終了後期間の経過後において、リッチ要求が発生している場合における複数の気筒の気筒別空燃比の平均値」と等しいリッチ空燃比となるように、気筒別空燃比を補正するように構成されている。

【0286】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態に係る空燃比制御装置（以下、単に「第2制御装置」と称呼する。）について説明する。第2制御装置は、第1制御装置と同様に気筒別影響度指標値 $EF(N)$ を取得する。但し、第2制御装置は、気筒別影響度指標値 $EF(N)$ に基いて「空燃比フィードバック制御のハンチング防止のための気筒別空燃比制御（制御ハンチング防止制御）」を実行する点において第1制御装置と相違している。従って、以下、この相違点を中心として説明する。

【0287】

上流側触媒43が劣化することに伴い上流側触媒43の最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ が小さくなると、下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ の変動周期（上述した反転周期に応じた周期であり、空燃比のフィードバック周期とも言える時間）が短くなる。このため、気筒別空燃比を気筒間において同じ値に設定していると、下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ がガス当り最良気筒の排ガスの空燃比に過剰に反応し、その結果、機関10の空燃比が激しく振動する（ハンチング）するためにエミッションが悪化する。

【0288】

そこで、第2制御装置は、触媒43の最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ を取得し、その最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ が閾値最大酸素吸蔵量 $C_{maxth}$ よりも小さいか否かを判定し、最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ が閾値最大酸素吸蔵量 $C_{maxth}$ よりも小さいと判定した場合、気筒別影響度指標値 $EF(L)$ により示される「ある気筒 $L$ （ $L$ は1～4の整数）の排ガスの下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ への影響度合い」が強いほど（換言すると、気筒別影響度指標値 $EF(L)$ が大きいほど）、第 $L$ 気筒増量係数 $kRich(L)$ を減少させ、第 $L$ 気筒減量係数 $kLean(L)$ を増大させる。

【0289】

例えば、上述した表1に示したように、第1気筒がガス当り最良気筒であり、第2及び第3気筒がガス当り標準気筒であり、第4気筒がガス当り最低気筒であるとすると、第2制御装置は、図15のステップ1540内のグラフに実線により示したように、「ガス当り標準気筒である第2気筒の第2気筒増量係数 $kRich(2)$ 及びガス当り標準気筒である第3気筒の第3気筒増量係数 $kRich(3)$ 」を増量係数基準値「 $1+A$ 」に設定する。

【0290】

第2制御装置は、図15のステップ1540内のグラフに実線により示したように、ガス当り最良気筒である第1気筒の第1気筒増量係数 $kRich(1)$ を増量係数基準値「 $1+A$ 」よりも正の値 $C3$ だけ小さい値「 $1+A-C3$ 」に設定する。値 $C3$ は、気筒別影響度指標値 $EF(N)$ が大きいほど大きくなる値であり、且つ、値「 $1+A-C3$ 」が

10

20

30

40

50

「1」よりも大きくなるように定められている。従って、第1気筒増量係数  $k_{Rich}(1)$  は気筒別影響度指標値  $E F(1)$  が大きいほど、「1」と増量係数基準値「 $1 + A$ 」との間において小さくなる。

【0291】

第2制御装置は、図15のステップ1540内のグラフに実線により示したように、ガス当り最低気筒である第4気筒の第4気筒増量係数  $k_{Rich}(4)$  を増量係数基準値「 $1 + A$ 」よりも正の値  $D3$  だけ大きい値「 $1 + A + D3$ 」に設定する。値  $D3$  は、気筒別影響度指標値  $E F(N)$  が小さいほど大きくなる値であり、従って、第4気筒増量係数  $k_{Rich}(4)$  は気筒別影響度指標値  $E F(4)$  が小さいほど増量係数基準値「 $1 + A$ 」よりも大きい範囲において大きくなる。

10

【0292】

加えて、第2制御装置は、図15のステップ1550内のグラフに実線により示したように、ガス当り標準気筒である「第2気筒の第2気筒減量係数  $k_{Lean}(2)$  及びガス当り標準気筒である第3気筒の第3気筒減量係数  $k_{Lean}(3)$ 」を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定する。

【0293】

第2制御装置は、図15のステップ1550内のグラフに実線により示したように、ガス当り最良気筒である第1気筒の第1気筒減量係数  $k_{Lean}(1)$  を減量係数基準値「 $1 - A$ 」よりも正の値  $C4$  だけ大きい値「 $1 - A + C4$ 」に設定する。値  $C4$  は、気筒別影響度指標値  $E F(N)$  が大きいほど大きくなる値であり、且つ、値「 $1 - A + C4$ 」が「1」よりも小さくなるように定められている。従って、第1気筒減量係数  $k_{Lean}(1)$  は、気筒別影響度指標値  $E F(1)$  が大きいほど、「1」と減量係数基準値「 $1 - A$ 」との間において大きくなる。

20

【0294】

第2制御装置は、図15のステップ1550内のグラフに実線により示したように、ガス当り最低気筒である第4気筒の第4気筒減量係数  $k_{Lean}(4)$  を減量係数基準値「 $1 - A$ 」よりも正の値  $D4$  だけ小さい値「 $1 - A - D4$ 」に設定する。値  $D4$  は、気筒別影響度指標値  $E F(N)$  が小さいほど大きくなる値であり、且つ、値「 $1 - A - D4$ 」が「0」よりも大きくなるように定められている。従って、第4気筒減量係数  $k_{Lean}(4)$  は、気筒別影響度指標値  $E F(4)$  が小さいほど、「0」と減量係数基準値「 $1 - A$ 」との間において小さくなる。

30

【0295】

この結果、第2制御装置は、「ガス当りが相対的に強い気筒の空燃比」を理論空燃比に近づけ、「ガス当りが相対的に弱い気筒の空燃比」を理論空燃比から遠ざけることができる。

【0296】

これにより、各気筒から排出される排ガスの下流側空燃比センサ56の出力値  $Voxs$  への影響度合いが気筒間において均一化される。その結果、リッチ要求が発生して触媒43にリッチ空燃比の排ガスが流入している場合に、下流側空燃比センサ56の出力値  $Voxs$  がガス当り最良気筒の排ガスの空燃比に過剰に反応しないので、下流側空燃比センサ56の出力値  $Voxs$  が「理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値から理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へ」と変化する時期が遅れる。よって、下流側空燃比センサ56の出力値  $Voxs$  の変動周期（換言すると、空燃比のフィードバック周期）を長くすることができる。

40

【0297】

更に、リーン要求が発生して触媒43にリーン空燃比の排ガスが流入している場合に、下流側空燃比センサ56の出力値  $Voxs$  がガス当り最良気筒の排ガスの空燃比に過剰に反応しないので、下流側空燃比センサ56の出力値  $Voxs$  が「理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値から理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へ」と変化する時期が遅れる。よって、下流側空燃比センサ56の出力値  $Voxs$  の変動周期（換言すると、空燃比の

50

フィードバック周期)を長くすることができる。

【0298】

この結果、触媒43の最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ が小さくなった場合であっても、気筒別空燃比が激しく振動する(ハンチング)することを回避することができるので、エミッションが悪化することを回避することができる。

【0299】

(実際の作動)

第2制御装置のCPUは、図7乃至図13に示したルーチンを実行する。更に、CPUは、図13のルーチンの処理を終了すると、図15に示した「制御ハンチング防止のための気筒別空燃比制御ルーチン」を実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUは図15のステップ1500から処理を開始してステップ1510に進み、フューエルカット運転終了フラグXFCFKの値が「0」であるか否かを判定する。

10

【0300】

このとき、フューエルカット運転終了フラグXFCFKの値が「1」であると、CPUはステップ1510にて「No」と判定し、ステップ1595に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0301】

一方、CPUがステップ1510の処理を行う時点において、フューエルカット運転終了フラグXFCFKの値が「0」であると、CPUはステップ1510にて「Yes」と判定してステップ1520に進み、最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ を読み込む。

20

【0302】

最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ は、上流側触媒43が吸蔵し得る酸素の量の最大値であり、所謂「アクティブ空燃比制御」によって別途取得されている。最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ は、上流側触媒43の劣化が進むほど小さくなる。アクティブ空燃比制御は、例えば、特開平5-133264号公報等に記載された周知の制御である。例えば、最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ は、次のようにして取得される。

【0303】

・上流側触媒43の温度が所定の温度であるとき、CPUは、上流側触媒43に理論空燃比 $stoich$ よりもリッチな空燃比の排ガスを流入し続け、上流側触媒43の酸素吸蔵量を「0」に一致させる。このとき、下流側空燃比センサ56の出力値 $V_{oxs}$ は最大出力値 $max$ となる。

30

【0304】

・CPUは、その時点から上流側触媒43に理論空燃比 $stoich$ よりもリーンな空燃比の排ガスを流入し続け、その時点から下流側空燃比センサ56の出力値 $V_{oxs}$ が理論空燃比相当電圧 $V_{st}$ よりも小さい値となる時点までの期間において「上流側空燃比センサ55の出力値 $V_{abyfs}$ と燃料量とに基づいて推定される三元触媒43に吸蔵される酸素量(即ち、単位時間あたりの酸素吸蔵量変化量 $OSA$ )を算出し、その酸素吸蔵量変化量 $OSA$ を積算することにより最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ を求める。酸素吸蔵量変化量 $OSA$ は、(単位時間あたりの燃料量) $\cdot 0.23 \cdot (abyfs - stoich)$ により算出される。最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ は、取得される毎に、最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ を取得した期間における触媒の温度とともに、バックアップRAMに記憶・更新される。

40

【0305】

次に、CPUは図15のステップ1530に進み、最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ が閾値最大酸素吸蔵量 $C_{maxth}$ よりも小さいか否かを判定する。このとき、最大酸素吸蔵量 $C_{max}$ が閾値最大酸素吸蔵量 $C_{maxth}$ よりも小さいと、CPUはステップ1530にて「Yes」と判定し、以下に述べるステップ1540及びステップ1550の処理を順に行い、ステップ1595に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0306】

ステップ1540: CPUは、気筒別影響度指標値 $EF(N)$ に基づいて第N気筒増量係数 $k_{rich}(N)$ を設定する。より具体的に述べると、CPUは、ステップ1540内

50

のグラフに実線により示したように、第N気筒の気筒別影響度指標値  $E F ( N )$  (即ち、第N気筒のガス当り程度) が大きいほど、第N気筒増量係数  $k R i c h ( N )$  が「1」よりも大きい範囲において次第に小さくなるように第N気筒増量係数  $k R i c h ( N )$  を決定する。但し、CPUは、第N気筒の気筒別影響度指標値  $E F ( N )$  が「0」である場合(即ち、第N気筒のガス当り程度が標準的である場合)、第N気筒増量係数  $k R i c h ( N )$  を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定する。

【0307】

ステップ1550: CPUは、気筒別影響度指標値  $E F ( N )$  に基づいて第N気筒減量係数  $k L e a n ( N )$  を設定する。より具体的に述べると、CPUは、ステップ1550内のグラフに実線により示したように、第N気筒の気筒別影響度指標値  $E F ( N )$  (即ち、第N気筒のガス当り程度) が大きいほど、第N気筒減量係数  $k L e a n ( N )$  が「1」よりも小さい範囲において次第に大きくなるように第N気筒減量係数  $k L e a n ( N )$  を決定する。但し、CPUは、第N気筒の気筒別影響度指標値  $E F ( N )$  が「0」である場合(即ち、第N気筒のガス当り程度が標準的である場合)、第N気筒減量係数  $k L e a n ( N )$  を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定する。

10

【0308】

一方、CPUがステップ1530の処理を行う時点において、最大酸素吸蔵量  $C_{max}$  が閾値最大酸素吸蔵量  $C_{maxth}$  以上であると、CPUはそのステップ1530にて「No」と判定し、以下に述べるステップ1560及びステップ1570の処理を順に行い、ステップ1595に進んで本ルーチンを一旦終了する。

20

【0309】

ステップ1560: CPUは、第N気筒増量係数  $k R i c h ( N )$  (Nは1~4の整数) を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定する。

ステップ1570: CPUは、第N気筒減量係数  $k L e a n ( N )$  (Nは1~4の整数) を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定する。

【0310】

なお、第2制御装置は、最大酸素吸蔵量  $C_{max}$  が小さいほど、ガス当り標準気筒よりもガス当りの程度が高い「第N気筒増量係数  $k R i c h ( N )$  及び第N気筒減量係数  $k L e a n ( N )$ 」を、より一層「1」に近づけてもよい(ステップ1540及びステップ1550に図示した値  $C_3$ 、値  $D_3$ 、値  $C_4$  及び値  $D_4$  を大きくしてもよい)。即ち、第2制御装置は、最大酸素吸蔵量  $C_{max}$  が小さいほど、ガス当りの最良気筒の気筒別空燃比を理論空燃比に一層近づけ、ガス当りの最低気筒の気筒別空燃比を理論空燃比から一層遠ざけるように、気筒別空燃比を制御してもよい。

30

【0311】

以上、説明したように、第2制御装置の気筒別空燃比制御手段は、

触媒43の最大酸素吸蔵量  $C_{max}$  を取得する最大酸素吸蔵量取得手段と(図15のステップ1520を参照。)、

前記リッチ要求が発生している期間において、「気筒別影響度指標値  $E F ( N )$  により示される下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが第1の値である気筒」の気筒別空燃比が、気筒別影響度指標値  $E F ( N )$  により示される下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが前記第1の値よりも小さい第2の値である気筒」の気筒別空燃比よりも大きく且つ理論空燃比よりも小さい空燃比であって、更に、前記取得された最大酸素吸蔵量  $C_{max}$  が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する(制御ハンチング防止制御を実行する)気筒別空燃比補正手段と(図15のステップ1530及びステップ1540等を参照。)、

40

を含む。

【0312】

この気筒別空燃比補正手段は、前記リッチ要求が発生している期間において、「ガス当り最良気筒(気筒別影響度指標値  $E F ( N )$  が複数の気筒のうちで最大の気筒)」の気筒別空燃比が「前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒」の気筒別空燃比

50

よりも大きく且つ理論空燃比よりも小さい空燃比であって更に前記取得された最大酸素吸蔵量  $C_{max}$  が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する手段でもある。

【0313】

更に、第2制御装置の気筒別空燃比補正手段は、

前記リーン要求が発生している期間において、「気筒別影響度指標値  $EF(N)$  により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが第1の値である気筒」の気筒別空燃比が、「気筒別影響度指標値  $EF(N)$  により示される前記下流側空燃比センサの出力値への影響度合いが前記第1の値よりも小さい第2の値である気筒」の気筒別空燃比よりも小さく且つ理論空燃比よりも大きい空燃比であって、更に、前記取得された最大酸素吸蔵量  $C_{max}$  が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する（制御ハンチング防止制御を実行する）ようになっている（図15のステップ1530及びステップ1550等を参照。）。

10

【0314】

この気筒別空燃比補正手段は、前記リーン要求が発生している期間において、「ガス当り最良気筒（気筒別影響度指標値  $EF(N)$  が複数の気筒のうちで最大の気筒）」の気筒別空燃比が、「前記複数の気筒のうちの前記ガス当り最良気筒以外の気筒」の気筒別空燃比よりも小さく且つ理論空燃比よりも大きい空燃比であって、更に、取得された最大酸素吸蔵量  $C_{max}$  が小さくなるほど理論空燃比により近い空燃比になるように、前記複数の気筒の気筒別空燃比のそれぞれを補正する手段でもある。

20

【0315】

この第2制御装置は、触媒43が劣化して最大酸素吸蔵量  $C_{max}$  が小さくなった場合に、下流側空燃比センサ56の出力値  $Voxs$  が「理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと変化する時期、及び、理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化する時期」を遅らすことができる。よって、下流側空燃比センサの出力値の変動周期（換言すると、空燃比のフィードバック周期）を長くする（気筒別空燃比のハンチングを防止する）ことができる。この結果、触媒43が劣化して最大酸素吸蔵量  $C_{max}$  が小さくなった場合にエミッションが悪化することを回避することができる。

【0316】

<第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態に係る空燃比制御装置（以下、単に「第3制御装置」と称呼する。）について説明する。第3制御装置は、第1制御装置と同様に気筒別影響度指標値  $EF(N)$  を取得する。但し、第3制御装置は、気筒別影響度指標値  $EF(N)$  に基いて「触媒の異常診断用パラメータ取得のための気筒別空燃比制御」を実行する点において第1制御装置と相違している。従って、以下、この相違点を中心として説明する。

30

【0317】

第3制御装置は、触媒43の異常診断用パラメータ（最大酸素吸蔵量  $C_{max}$ ）を取得している期間、第2制御装置と同様、「ガス当りが相対的に強い気筒の空燃比」を理論空燃比に近づけ、「ガス当りが相対的に弱い気筒の空燃比」を理論空燃比から遠ざけるように、気筒別空燃比制御を行う。

40

【0318】

即ち、第3制御装置は、触媒43の異常診断用パラメータ（最大酸素吸蔵量  $C_{max}$ ）を取得している期間、気筒別影響度指標値  $EF(N)$  が大きいほど第  $N$  気筒増量係数  $k_{Rich}(N)$  を「1」より大きい範囲において次第に小さくなる値に設定する。但し、第3制御装置は、気筒別影響度指標値  $EF(N)$  が「0」であるとき、第  $N$  気筒増量係数  $k_{Rich}(N)$  を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定する。

【0319】

更に、第3制御装置は、触媒43の異常診断用パラメータ（最大酸素吸蔵量  $C_{max}$ ）を取得している期間、気筒別影響度指標値  $EF(N)$  が大きいほど第  $N$  気筒減量係数  $k_{Lean}(N)$  を「1」より小さい範囲において次第に大きくなる値に設定する。但し、第3

50

制御装置は、気筒別影響度指標値  $E F(N)$  が「0」であるとき、第  $N$  気筒減量係数  $k L e a n(N)$  を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定する。

【0320】

これによれば、ガス当りの強い気筒とガス当りの弱い気筒とが、下流側空燃比センサ 56 の出力値に対して同程度の影響度を有する排ガスを排出することになるので、特定の気筒のガス当りが強い場合に比較して、触媒 43 の異常診断用パラメータ（最大酸素吸蔵量  $C_{max}$ ）を精度良く取得することができる。

【0321】

（実際の作動）

第3制御装置のCPUは、図7乃至図13に示したルーチンを実行する。更に、CPUは、図13のルーチンの処理を終了すると、図16に示した「触媒の異常診断用パラメータ取得のための気筒別空燃比制御ルーチン」を実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUは図16のステップ1600から処理を開始してステップ1610に進み、フューエルカット運転終了フラグ  $X F C F K$  の値が「0」であるか否かを判定する。

10

【0322】

このとき、フューエルカット運転終了フラグ  $X F C F K$  の値が「1」であると、CPUはステップ1610にて「No」と判定し、ステップ1695に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0323】

一方、CPUがステップ1610の処理を行う時点において、フューエルカット運転終了フラグ  $X F C F K$  の値が「0」であると、CPUはステップ1610にて「Yes」と判定してステップ1620に進み、現時点が触媒の異常診断用パラメータ（即ち、最大酸素吸蔵量  $C_{max}$ ）を取得している最中であるか否かを判定する。

20

【0324】

なお、上述したように、最大酸素吸蔵量  $C_{max}$  は、所謂「アクティブ空燃比制御」によって別途取得される。更に、触媒の異常診断用パラメータとしての最大酸素吸蔵量  $C_{max}$  は、所定の診断条件（例えば、冷却水温  $T H W$  が冷却水温閾値  $T t h$  以上であり、吸入空気量  $G a$  が所定の範囲内であり、推定される触媒43の温度が所定温度領域内の温度であり、且つ、吸入空気量  $G a$  の単位時間当たりの変化量  $G a$  が所定値以下であること等）が成立したときに取得される。

30

【0325】

現時点が触媒の異常診断用パラメータ（即ち、最大酸素吸蔵量  $C_{max}$ ）を取得している最中であると、CPUはステップ1620にて「Yes」と判定し、以下に述べるステップ1630及びステップ1640の処理を順に行い、ステップ1695に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0326】

ステップ1630：CPUは、気筒別影響度指標値  $E F(N)$  に基づいて第  $N$  気筒増量係数  $k R i c h(N)$  を設定する。より具体的に述べると、CPUは、ステップ1630内のグラフに実線により示したように、第  $N$  気筒の気筒別影響度指標値  $E F(N)$ （即ち、第  $N$  気筒のガス当り程度）が大きいほど、第  $N$  気筒増量係数  $k R i c h(N)$  が「1」よりも大きい範囲において次第に小さくなるように第  $N$  気筒増量係数  $k R i c h(N)$  を決定する。但し、CPUは、第  $N$  気筒の気筒別影響度指標値  $E F(N)$  が「0」である場合（即ち、第  $N$  気筒のガス当り程度が標準的である場合）、第  $N$  気筒増量係数  $k R i c h(N)$  を増量係数基準値（リッチ側基準ゲイン）「 $1 + A$ 」に設定する。

40

【0327】

ステップ1640：CPUは、気筒別影響度指標値  $E F(N)$  に基づいて第  $N$  気筒減量係数  $k L e a n(N)$  を設定する。より具体的に述べると、CPUは、ステップ1640内のグラフに実線により示したように、第  $N$  気筒の気筒別影響度指標値  $E F(N)$ （即ち、第  $N$  気筒のガス当り程度）が大きいほど、第  $N$  気筒減量係数  $k L e a n(N)$  が「1」よ

50

りも小さい範囲において次第に大きくなるように第N気筒減量係数  $k_{Lean}(N)$  を決定する。但し、CPUは、第N気筒の気筒別影響度指標値  $EF(N)$  が「0」である場合（即ち、第N気筒のガス当り程度が標準的である場合）、第N気筒減量係数  $k_{Lean}(N)$  を減量係数基準値（リーン側基準ゲイン）「 $1 - A$ 」に設定する。

【0328】

一方、CPUがステップ1620の処理を行う時点において、その時点が触媒の異常診断用パラメータを取得している最中でなければ、CPUはそのステップ1620にて「No」と判定し、以下に述べるステップ1650及びステップ1660の処理を順に行い、ステップ1695に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0329】

ステップ1650：CPUは、第N気筒増量係数  $k_{Rich}(N)$ （Nは1～4の整数）を増量係数基準値「 $1 + A$ 」に設定する。

ステップ1660：CPUは、第N気筒減量係数  $k_{Lean}(N)$ （Nは1～4の整数）を減量係数基準値「 $1 - A$ 」に設定する。

【0330】

以上、説明したように、第3制御装置は、触媒43の異常診断用パラメータ（最大酸素吸蔵量  $C_{max}$ ）を取得している期間、第2制御装置と同様、「ガス当りが相対的に強い気筒の空燃比」を理論空燃比に近づけ、「ガス当りが相対的に弱い気筒の空燃比」を理論空燃比から遠ざけるように、気筒別空燃比制御を行う（図16を参照。）。従って、各気筒が、下流側空燃比センサ56の出力値に対して同程度の影響度を有する排ガスを排出することと同等になるので、特定の気筒のガス当りが強い場合に比較して、触媒43の異常診断用パラメータ（最大酸素吸蔵量  $C_{max}$ ）を精度良く取得することができる。

【0331】

<第4実施形態>

次に、本発明の第4実施形態に係る空燃比制御装置（以下、単に「第4制御装置」と称呼する。）について説明する。第4制御装置は、第1制御装置と同様に気筒別影響度指標値  $EF(N)$  を取得する。但し、第4制御装置は、第1乃至第3制御装置が採用した気筒別空燃比制御に加え、機関10の運転状態が特定の運転状態にあるとき（より具体的には、下流側触媒44が排ガス浄化を行う能力が高い場合）に気筒別空燃比制御を行わない。

【0332】

第4制御装置のCPUは、図17の概略フローチャートに従って作動する。即ち、CPUは、所定時間が経過する毎にステップ1705に進み、第1制御装置等と同様に気筒別影響度指標値  $EF(N)$  を取得する（図5、図9及び図10等を参照。）。なお、機関10の今回の運転開始後において、気筒別影響度指標値  $EF(N)$  が一旦取得されると、それ以降、機関10の運転が停止されるまで、CPUはステップ1705をスキップしてステップ1710に進む。

【0333】

CPUは、気筒別影響度指標値  $EF(N)$  を取得するとステップ1710に進み、フューエルカット運転終了フラグ  $X_{FCFK}$  の値が「0」であるか否かを判定する。このとき、フューエルカット運転終了フラグ  $X_{FCFK}$  の値が「1」であると、CPUはステップ1710にて「No」と判定してステップ1720に進み、上述した「フューエルカット復帰後リッチ制御のための気筒別空燃比制御」を実行する（図12等を参照。）。その後、CPUはステップ1795に進む。

【0334】

CPUがステップ1710の処理を実行する時点において、フューエルカット運転終了フラグ  $X_{FCFK}$  の値が「0」である場合、CPUはそのステップ1710にて「Yes」と判定してステップ1730に進み、現時点が触媒の異常診断用パラメータ（即ち、最大酸素吸蔵量  $C_{max}$ ）を取得している最中でないか否かを判定する。

【0335】

現時点が触媒の異常診断用パラメータを取得している最中であると、CPUはステップ

10

20

30

40

50

1730にて「No」と判定してステップ1740に進み、「触媒の異常診断用パラメータ取得のための気筒別空燃比制御」を実行する(図16等を参照。)。その後、CPUはステップ1795に進む。

【0336】

CPUがステップ1730の処理を実行する時点において、現時点が触媒の異常診断用パラメータを取得している最中でない場合、CPUはそのステップ1730にて「Yes」と判定してステップ1750に進み、下流側触媒44が排ガスを浄化する余力がないか否かを判定する。

【0337】

より具体的に述べると、CPUは、下流側空燃比センサ56の出力値Voxsが理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値を示している期間における吸入空気量Gaの積算値SGarichを更新するとともに、下流側空燃比センサ56の出力値Voxsが理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値を示している期間における吸入空気量Gaの積算値SGaleanを更新し、その差(=SGalean - SGarich、即ち、下流側触媒44の酸素吸蔵量相当値)が下流側触媒44の予め定められた最大酸素吸蔵量Cufmaxの20%(第1閾値)以下となるか又は最大酸素吸蔵量Cufmaxの80%(第1閾値よりも大きい第2閾値)以上となっているとき、下流側触媒44が排ガスを浄化する余力がないと判定する。なお、積算値SGaleanは、機関10の始動時において最大酸素吸蔵量Cufmaxに設定される。また、下流側空燃比センサ56の近傍に「上流側空燃比センサ55と同様の限界電流式広域空燃比センサ」を配設するとともに、下流側触媒44の下流に「下流側空燃比センサ56と同様の濃淡電池型の酸素濃度センサ(O<sub>2</sub>センサ)」を配設し、これらのセンサを用い且つ上流側触媒43の最大酸素吸蔵量Cmaxを取得する場合と同様の手法により、下流側触媒44の酸素吸蔵量相当値を算出してもよい。

【0338】

CPUがステップ1750の処理を実行する時点において、下流側触媒44が排ガスを浄化する余力があると、CPUはステップ1750にて「No」と判定してステップ1760に進み、「気筒別空燃比制御」を禁止(停止)する。即ち、CPUは、第N気筒減量係数kLean(N)(Nは1~4の整数)を総て増量係数基準値「1+A」に設定するとともに、第N気筒減量係数kLean(N)(Nは1~4の整数)を総て減量係数基準値「1-A」に設定する。その後、CPUはステップ1795に進む。

【0339】

一方、CPUがステップ1750の処理を実行する時点において、下流側触媒44が排ガスを浄化する余力がない場合、CPUはそのステップ1750にて「Yes」と判定してステップ1770に進み、上流側触媒43の最大酸素吸蔵量Cmaxが閾値最大酸素吸蔵量Cmaxth以上であるか否かを判定する。

【0340】

このとき、上流側触媒43の最大酸素吸蔵量Cmaxが閾値最大酸素吸蔵量Cmaxth以上でなければ、CPUはステップ1770にて「No」と判定してステップ1780に進み、上述した「制御ハンチング防止のための気筒別空燃比制御」を実行する(図15等を参照。)。その後、CPUはステップ1795に進む。

【0341】

CPUがステップ1770の処理を実行する時点において、上流側触媒43の最大酸素吸蔵量Cmaxが閾値最大酸素吸蔵量Cmaxth以上である場合、CPUはそのステップ1770にて「Yes」と判定してステップ1790に進み、上述した「フィードバック周期短縮化のための気筒別空燃比制御」を実行する(図14等を参照。)。その後、CPUはステップ1795に進む。

【0342】

以上、説明したように、第4制御装置は、第1乃至第3制御装置が行う各種の気筒別空燃比制御に加え、下流側触媒44が排ガスを浄化する余力がある場合、気筒別空燃比を停止するようになっている(図17のステップ1750及びステップ1760を参照。)

10

20

30

40

50

## 【0343】

従って、CPUが、第N気筒増量係数 $kRich(N)$ 及び第N気筒減量係数 $kLean(N)$ を常に計算している場合に比較して、CPUの計算負荷を低減することができる。その結果、計算エラーが生じないので、より確実な空燃比制御を行うことができる。

## 【0344】

以上の説明から理解されるように、本発明による空燃比制御装置の各実施形態は、複数の気筒のそれぞれ(第N気筒)から排出される排ガスの下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ への影響度合いを表す気筒別影響度指標値 $EF(N)$ を取得するとともに、その気筒別影響度指標値 $EF(N)$ と機関10の運転状態等に基づいて気筒別空燃比(実際には、第N気筒増量係数 $kRich(N)$ 及び第N気筒減量係数 $kLean(N)$ )を制御する。その結果、エミッションをより改善することができる。

10

## 【0345】

本発明は上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において以下に述べる種々の変形例を採用することができる。

## 【0346】

## (第1変形例)

上記第1乃至第4制御装置は、第N気筒(Nは1~4の整数)から排出される排ガスの空燃比の「下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」を示す気筒別影響度指標値 $EF(N)$ を取得し、その取得した気筒別影響度指標値 $EF(N)$ に基づいて第N気筒の空燃比(気筒別空燃比)を制御している。

20

## 【0347】

しかしながら、第N気筒(Nは1~4の整数)から排出される排ガスの空燃比の「下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」は、機関10の構造(例えば、エキゾーストマニホールド41の形状、触媒43の配設位置・角度、及び、下流側空燃比センサ56の配設位置・角度等)が決まれば、実験等により予め取得され得る。

## 【0348】

そこで、第1変形例は、予め取得しておいた各気筒から排出される排ガスの「下流側空燃比センサの出力値への影響度合い」に基づいて、気筒別空燃比を制御する。換言すると、第1変形例のCPUは、気筒別影響度指標値 $EF(N)$ を予めROM内に記憶していて、その記憶されている気筒別影響度指標値 $EF(N)$ に基づいて上記各実施形態と同様に気筒別空燃比制御を実行する。

30

## 【0349】

これによれば、気筒別影響度指標値 $EF(N)$ を実際に取得する必要がないので、常に望ましい気筒別空燃比制御を実行することができる。更に、気筒別影響度指標値 $EF(N)$ を取得するためにエミッションを犠牲にする必要がない。

## 【0350】

## (第2変形例)

上記第1乃至第4制御装置は、気筒別影響度指標値 $EF(N)$ を取得するために、吸蔵酸素量 $OSAkz$ 及び放出酸素量 $OSAhs$ を算出するとともに、それらの平均値である平均酸素吸蔵量 $OSA$ を、変動周期相関値(下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ の周期的変動の様相(様子)を示す値)として取得している。

40

## 【0351】

しかしながら、変動周期相関値は、少なくとも以下に述べる何れか一つのパラメータに基づいて取得され得る。

## 【0352】

・下流側空燃比センサ56の出力値 $Voxs$ の所定時間における軌跡長。なお、軌跡長は一定のサンプリング時間が経過する毎に、その時点の出力値 $Voxs$ と、その時点からサンプリング時間前の出力値 $Voxs$ である前回出力値 $Voxsold$ との差の絶対値 $|Voxs - Voxsold|$ を前記所定時間に渡り積算することにより算出される。

## 【0353】

50

・下流側空燃比センサ56の出力値Voxsの反転周期（又は、反転周波数）。下流側空燃比センサ56の出力値Voxsの反転周期とは、上述したように、下流側空燃比センサ56の出力値Voxsが理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化した時点から理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと変化し更にその後再び理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化する時点までの時間に対応する時間である。なお、反転周期は、下流側空燃比センサ56の出力値Voxsが理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと変化した時点から理論空燃比よりもリッチな空燃比に相当する値へと変化し更にその後再び理論空燃比よりもリーンな空燃比に相当する値へと変化する時点までの時間に対応する時間でもある。

【0354】

- ・吸蔵酸素量OSAKzそのもの。
- ・放出酸素量OSAhSそのもの。

【0355】

（第3変形例）

上記第1乃至第4制御装置は、気筒別空燃比を制御するために、補正ゲイン（第N気筒増量係数kRich(N)及び第N気筒減量係数kLean(N)）を変更していた。これに対し、第3変形例は、各気筒に対する気筒別目標空燃比を変更することによって、気筒別空燃比を制御する。

【0356】

より具体的に述べると、第3変形例のCPUは図18にフローチャートにより示した燃料噴射制御ルーチンを所定時間が経過する毎に実行するようになっている。図18において、既に説明したステップと同じ処理を行うステップには、既に説明したステップと同じ符号が付されている。以下において、そのようなステップの詳細な説明は適宜省略される。

【0357】

このルーチンによれば、フューエルカットフラグXFCの値が「0」であり（ステップ705を参照。）、現時点が任意の第N気筒（Nは1～4の整数）のクランク角が第N気筒の吸気上死点前の所定クランク角度（例えば、BTDC180°CA）である場合（ステップ710を参照。）、ステップ715にて第N気筒の筒内吸入空気量Mc(N)が求められる。

【0358】

更に、フィードバック制御実行許可フラグXSFBの値が「1」であり（ステップ725を参照。）、且つ、リッチ要求フラグXRichreqの値が「1」である場合（ステップ745を参照。）、CPUはステップ1810に進み、第N気筒の筒内吸入空気量Mc(N)を第N気筒のリッチ側目標空燃比afrRich(N)で除することにより、第N気筒の基本燃料噴射量Fb(N)を算出する（ $Fb(N) = Mc(N) / afrRich(N)$ ）。

【0359】

このリッチ側目標空燃比afrRich(N)は、理論空燃比stoichを上述した第N気筒増量係数kRich(N)で除した値に等しい（ $afrRich(N) = stoich / kRich(N)$ ）。換言すると、第3変形例のCPUは、上記第1乃至第4制御装置のCPUが第N気筒増量係数kRich(N)を設定することに代え、その第N気筒増量係数kRich(N)に応じたリッチ側目標空燃比afrRich(N)を設定する。

【0360】

一方、フィードバック制御実行許可フラグXSFBの値が「1」であり（ステップ725を参照。）、且つ、リッチ要求フラグXRichreqの値が「0」である場合（ステップ745を参照。）、CPUはステップ1820に進み、第N気筒の筒内吸入空気量Mc(N)を第N気筒のリーン側目標空燃比afrLean(N)で除することにより、第N気筒の基本燃料噴射量Fb(N)を算出する（ $Fb(N) = Mc(N) / afrLean(N)$ ）。

【0361】

このリーン側目標空燃比afrLean(N)は、理論空燃比stoichを上述した第N気筒減量

10

20

30

40

50

係数  $k_{Lean}(N)$  で除した値に等しい ( $afr_{Lean}(N) = stoich / k_{Lean}(N)$ )。換言すると、第3変形例のCPUは、上記第1乃至第4制御装置のCPUが第N気筒減量係数  $k_{Lean}(N)$  を設定することに代え、その第N気筒減量係数  $k_{Lean}(N)$  に応じたリッチ側目標空燃比  $afr_{Rich}(N)$  を設定する。

【0362】

更に、フィードバック制御実行許可フラグ  $X_{SFB}$  の値が「0」である場合(ステップ725を参照。)、CPUはステップ1830に進み、第N気筒の筒内吸入空気量  $M_c(N)$  を理論空燃比  $stoich$  で除することにより、第N気筒の基本燃料噴射量  $F_b(N)$  を算出する ( $F_b(N) = M_c(N) / stoich$ )。

【0363】

そして、CPUは、ステップ1810、ステップ1820及びステップ1830の何れかのステップから、ステップ1840に進み、メインフィードバック係数  $K_{Fmain}$  を基本燃料噴射量  $F_b(N)$  に乗じることにより、最終燃料噴射量(指示噴射量)  $F_i(N)$  を算出する。メインフィードバック係数  $K_{Fmain}$  については後述する。但し、メインフィードバック係数  $K_{Fmain}$  は「1」に固定されていてもよい。

【0364】

次いで、CPUは740に進み、最終燃料噴射量  $F_i(N)$  の燃料が第N気筒に対する燃料噴射弁25から噴射されるように、その燃料噴射弁25に対して噴射指示を行う。その後、CPUはステップ1895に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0365】

CPUは、メインフィードバック係数  $K_{Fmain}$  を、例えば、以下に述べるようにして算出する。

【0366】

CPUは、上流側空燃比センサ55の出力値  $V_{abyfs}$  を図3に示したテーブル  $Map_{abyfs}$  に適用することにより、検出上流側空燃比  $abyfs$  を取得する。

【0367】

CPUは、「現時点よりもNサイクル前の時点において燃焼室21に実際に供給された燃料の量」である「筒内燃料供給量  $F_c(k-n)$ 」を求める。即ち、CPUは、「現時点よりもnサイクル(即ち、 $N \cdot 720^\circ$  クランク角)前の時点における筒内吸入空気量  $M_c(k-n)$ 」を「検出上流側空燃比  $abyfs$ 」にて除すことにより、筒内燃料供給量  $F_c(k-n)$  を求める。このように、筒内燃料供給量  $F_c(k-n)$  を求めるために、現時点からnストローク前の筒内吸入空気量  $M_c(k-n)$  を検出上流側空燃比  $abyfs$  で除すのは、「燃焼室21内での混合気の燃焼により生成された排ガス」が上流側空燃比センサ55に到達するまでに「nストロークに相当する時間」を要しているからである。

【0368】

CPUは、現時点からnストローク前の筒内吸入空気量  $M_c(k-n)$  を現時点からnストローク前の上流側目標空燃比  $abyfr(k-n)$  で除すことにより、目標筒内燃料供給量  $F_{cr}(k-n)$  を求める。上流側目標空燃比  $abyfr(k-n)$  は、現時点からnストローク前の時点において、基本燃料噴射量  $F_b(N)$  を求める際に用いられた気筒別目標空燃比 ( $afr_{Rich}(N)$ 、 $afr_{Lean}(N)$  及び  $stoich$  のうちの何れか) である。従って、目標筒内燃料供給量  $F_{cr}(k-n)$  は、現時点よりもnサイクル前の時点において燃焼室21に供給されるべきであった燃料の量である。

【0369】

CPUは、目標筒内燃料供給量  $F_{cr}(k-n)$  から筒内燃料供給量  $F_c(k-n)$  を減じることにより、筒内燃料供給量偏差  $DF_c$  を求める。この筒内燃料供給量偏差  $DF_c$  は、nストローク前の時点で筒内に供給された燃料の過不足分を表す量となる。

【0370】

CPUは、「筒内燃料供給量偏差  $DF_c$  の積分値  $SDF_c$  に積分ゲイン  $G_i$  を乗じた積分項  $G_i \cdot SDF_c$ 」を「比例項である  $G_p \cdot DF_c$ 」に加えることにより、メインフィードバック量  $DF_{main}$  を求める。更に、CPUは、そのメインフィードバック量  $DF_{main}$

10

20

30

40

50

を、現時点よりも  $n$  サイクル前の時点の基本燃料噴射量  $F_b(N)$  で除することによりメインフィードバック係数  $K_{Fmain}$  を算出する。

【0371】

なお、このような態様によっても、気筒別空燃比を順次変更することにより、気筒別影響度指標値  $E_F(N)$  を求めることができる。

【0372】

(第4変形例)

上記第1乃至第4制御装置は、気筒別空燃比を制御するために、下流側空燃比センサ56の出力値  $V_{oxs}$  が理論空燃比相当電圧  $V_{st}$  よりも小さい場合にはリッチ要求が発生していると判定し、下流側空燃比センサ56の出力値  $V_{oxs}$  が理論空燃比相当電圧  $V_{st}$  以上である場合にはリーン要求が発生していると判定する。更に、上記第1乃至第4制御装置は、リッチ要求及びリーン要求のうちの何れの空燃比要求が発生しているのか、に基いて、燃料噴射量の計算に使用する補正ゲイン(第 $N$ 気筒増量係数  $k_{Rich}(N)$  及び第 $N$ 気筒減量係数  $k_{Lean}(N)$ )を選択し、更に、その補正ゲインを気筒別影響度指標値  $E_F(N)$  に基いて変更していた。

【0373】

これに対し、第4変形例は、下流側空燃比センサ56の出力値  $V_{oxs}$  を下流側目標値  $V_{oxsref}$  (通常、理論空燃比相当電圧  $V_{st}$ ) に一致させるための周知のサブフィードバック制御を行う。即ち、下流側空燃比センサ56の出力値  $V_{oxs}$  と下流側目標値  $V_{oxsref}$  との偏差をPID制御によって小さくするようにサブフィードバック量  $K_{SFB}$  を決定する。第4変形例は、理論空燃比  $stoich$  からサブフィードバック量  $K_{SFB}$  を減じた値を基準目標空燃比  $abyfrstd$  として設定する。

【0374】

この場合、出力値  $V_{oxs}$  が下流側目標値  $V_{oxsref}$  よりも小さければサブフィードバック量  $K_{SFB}$  は増大させられる。その結果、基準目標空燃比  $abyfrstd$  は理論空燃比  $stoich$  よりも小さくなる(リッチ空燃比に設定される)。そして、メインフィードバック係数  $K_{Fmain}$  により気筒別空燃比はリッチ空燃比に制御される。一方、出力値  $V_{oxs}$  が下流側目標値  $V_{oxsref}$  よりも大きければサブフィードバック量  $K_{SFB}$  は減少させられ、負の値になる。その結果、基準目標空燃比  $abyfrstd$  は理論空燃比  $stoich$  よりも大きくなる(リーン空燃比に設定される)。そして、メインフィードバック係数  $K_{Fmain}$  により気筒別空燃比はリーン空燃比に制御される。

【0375】

加えて、第4変形例は、第 $N$ 気筒の燃料噴射時期を迎えたとき(第 $N$ 気筒のクランク角が第 $N$ 気筒の吸気上死点前の所定クランク角度となったとき)、基準目標空燃比  $abyfrstd$  が理論空燃比  $stoich$  よりも大きければ(リーン空燃比であれば)、リーン要求が発生していると見做し、その基準目標空燃比  $abyfrstd$  を第 $N$ 気筒減量係数  $k_{Lean}(N)$  にて除した値を第 $N$ 気筒の目標空燃比( $afrLean(N)$ )に設定する。更に、第 $N$ 気筒の燃料噴射時期を迎えたとき、基準目標空燃比  $abyfrstd$  が理論空燃比  $stoich$  よりも小さければ(リッチ空燃比であれば)、リッチ要求が発生していると見做し、その基準目標空燃比  $abyfrstd$  を第 $N$ 気筒増量係数  $k_{Rich}(N)$  にて除した値を第 $N$ 気筒の目標空燃比( $afrRich(N)$ )に設定する。

【0376】

なお、このような態様によっても、気筒別空燃比を順次変更することにより、気筒別影響度指標値  $E_F(N)$  を求めることができる。

【0377】

(第5変形例)

上記第1乃至第4制御装置は、下流側空燃比センサ56の出力値  $V_{oxs}$  が理論空燃比相当電圧  $V_{st}$  よりも小さいときリッチ要求が発生していると判定し、出力値  $V_{oxs}$  が理論空燃比相当電圧  $V_{st}$  よりも大きいときリーン要求が発生していると判定している。

【0378】

10

20

30

40

50

ところで、触媒流入ガスの空燃比がリーン空燃比である場合、触媒 4 3 の酸素吸蔵量がある程度の値まで増大したとき、触媒 4 3 から酸素が流出し始める。この段階で、機関 1 0 の空燃比をリッチ空燃比に切り替えれば、過剰な酸素及び  $\text{NO}_x$  が浄化できなくなるまで触媒 4 3 の酸素吸蔵量が増大してしまう前に、触媒流入ガスの空燃比をリッチ空燃比に設定することができる。

【 0 3 7 9 】

同様に、触媒流入ガスの空燃比がリッチ空燃比である場合、触媒 4 3 の酸素吸蔵量がある程度にまで減少したとき、触媒 4 3 から未燃物が流出し始める。この段階で、機関 1 0 の空燃比をリーン空燃比に切り替えれば、多量の未燃物が浄化できなくなるまで触媒 4 3 の酸素吸蔵量が減少してしまう前に、触媒流入ガスの空燃比をリーン空燃比に設定することができる。

10

【 0 3 8 0 】

そこで、第 5 変形例の CPU は、複数（本例において二つ）の閾値（高側判定値  $V_H$ 、低側判定値  $V_L$ ）と下流側空燃比センサ 5 6 の出力値  $V_{oxs}$  との比較に基いてリッチ要求及びリーン要求の何れの空燃比要求が発生しているかを判定する。

【 0 3 8 1 】

より具体的に述べると、第 5 変形例の CPU は、図 1 9 に示したように、現時点においてリーン要求が発生していると判定している場合（リッチ要求フラグ  $X_{Richreq} = 0$ ）、下流側空燃比センサ 5 6 の出力値  $V_{oxs}$  が「高側（第 1）判定値  $V_H$  よりも大きい値から高側判定値  $V_H$  よりも小さい値へ」と変化した時点において、リッチ要求が発生したと判定し、リッチ要求フラグ  $X_{Richreq}$  を「1」に設定する。高側（第 1）判定値  $V_H$  は理論空燃比相当電圧  $V_{st}$  よりも大きい。

20

【 0 3 8 2 】

更に、第 5 変形例の CPU は、現時点においてリッチ要求が発生していると判定している場合（リッチ要求フラグ  $X_{Richreq} = 1$ ）、下流側空燃比センサ 5 6 の出力値  $V_{oxs}$  が「低側（第 2）判定値  $V_L$  よりも小さい値から低側判定値  $V_L$  よりも大きい値へ」と変化した時点において、リーン要求が発生したと判定し、リッチ要求フラグ  $X_{Richreq}$  を「0」に設定する。低側（第 2）判定値  $V_L$  は理論空燃比相当電圧  $V_{st}$  よりも小さく、従って、高側（第 1）判定値  $V_H$  よりも小さい。

【 0 3 8 3 】

この第 5 変形例によれば、リッチ要求及びリーン要求のうちの何れの空燃比要求が発生したかを適切なタイミングにて判定することができる。

30

【 0 3 8 4 】

（第 6 変形例）

第 6 変形例は、第 5 変形例と同様の理由から、リッチ要求及びリーン要求の判定タイミングを早めることができる装置である。より具体的に述べると、第 6 変形例の CPU は、以下に述べるように、リッチ要求及びリーン要求のうちの何れの空燃比要求が発生したかを判定する。

【 0 3 8 5 】

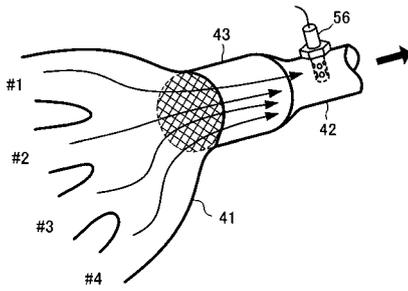
CPU は、下流側空燃比センサ 5 6 の出力値  $V_{oxs}$  が理論空燃比相当電圧  $V_{st}$  よりも大きい場合において、出力値  $V_{oxs}$  の時間微分値  $d(V_{oxs})/dt$  が負の値であって且つその絶対値（ $|d(V_{oxs})/dt|$ ）が閾値  $D_{th}$  以上となったとき、リッチ要求が発生したと判定する。

40

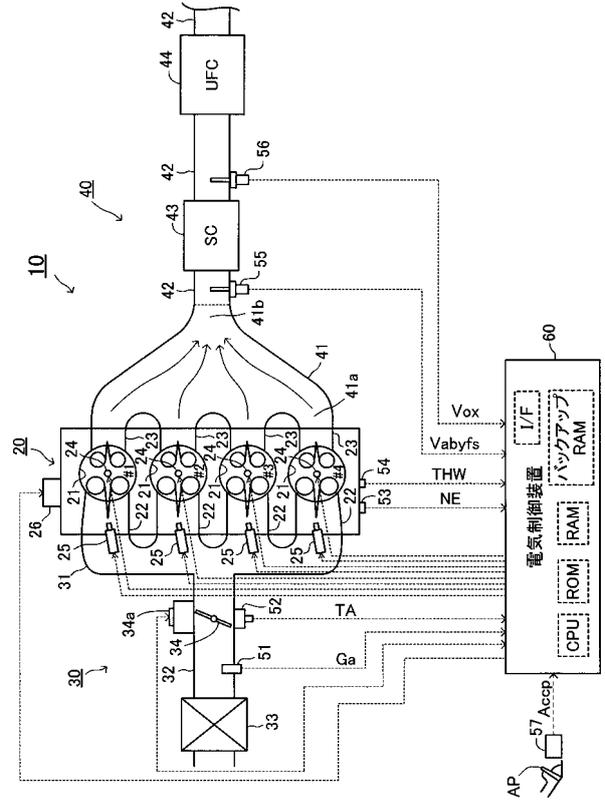
【 0 3 8 6 】

CPU は、下流側空燃比センサ 5 6 の出力値  $V_{oxs}$  が理論空燃比相当電圧  $V_{st}$  よりも小さい場合において、出力値  $V_{oxs}$  の時間微分値  $d(V_{oxs})/dt$  が正の値であって且つその絶対値（ $|d(V_{oxs})/dt|$ ）が閾値  $D_{th}$  以上となったとき、リーン要求が発生したと判定する。

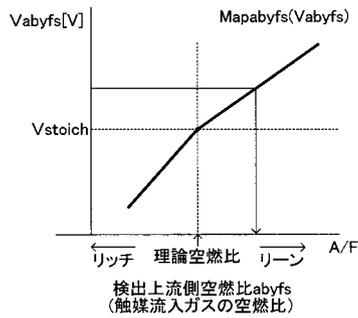
【図1】



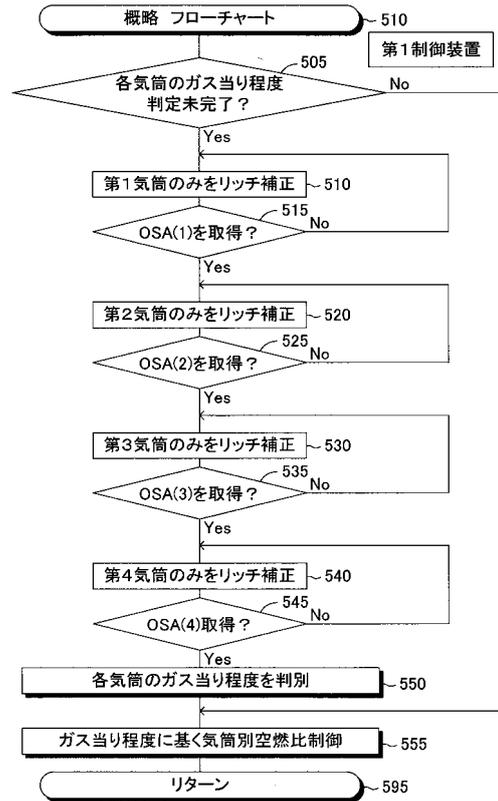
【図2】



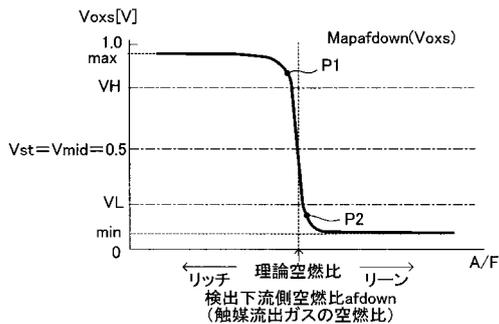
【図3】



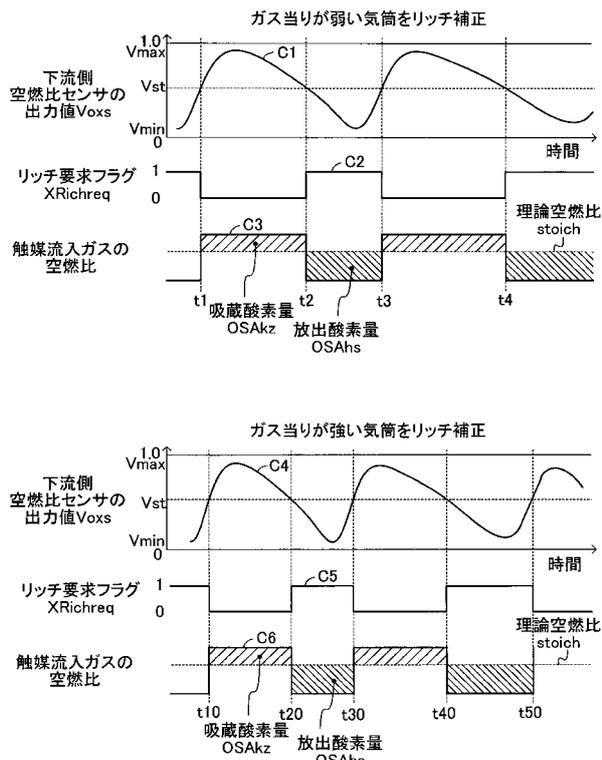
【図5】



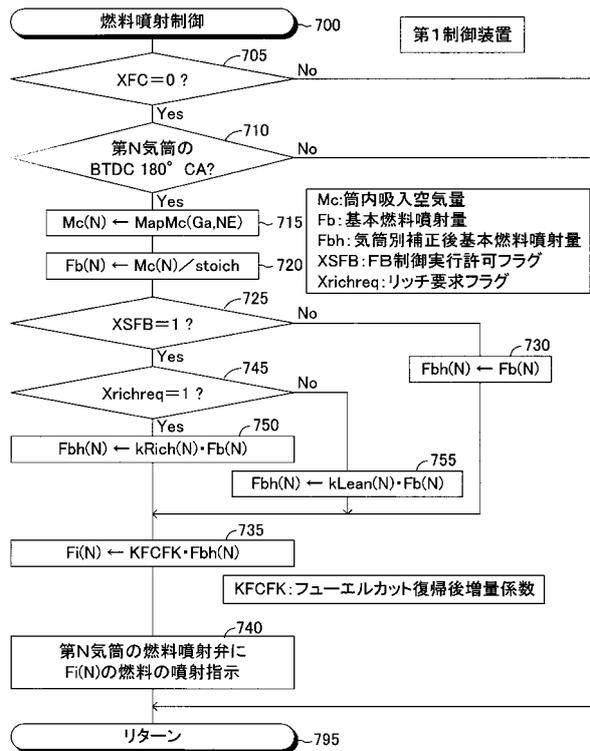
【図4】



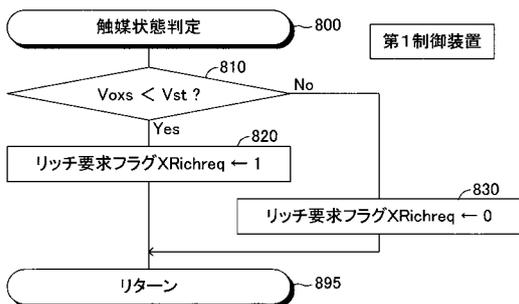
【図6】



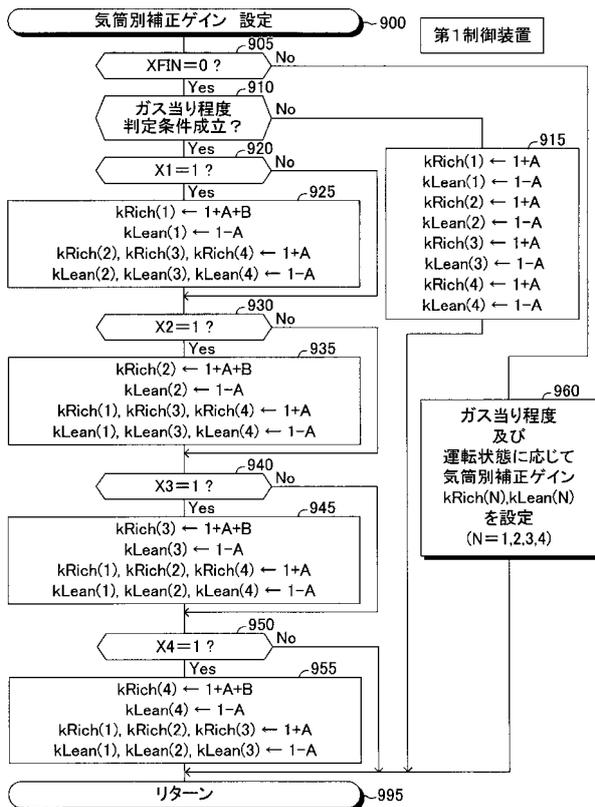
【図7】



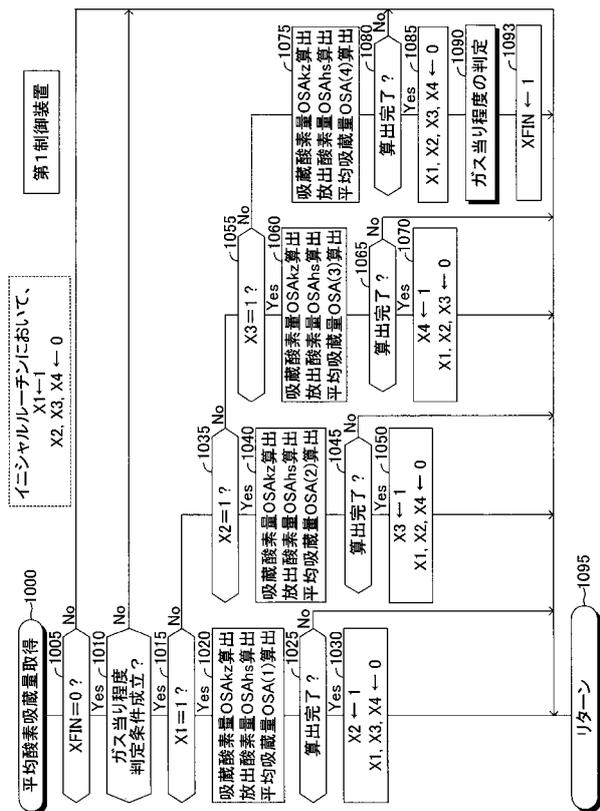
【図8】



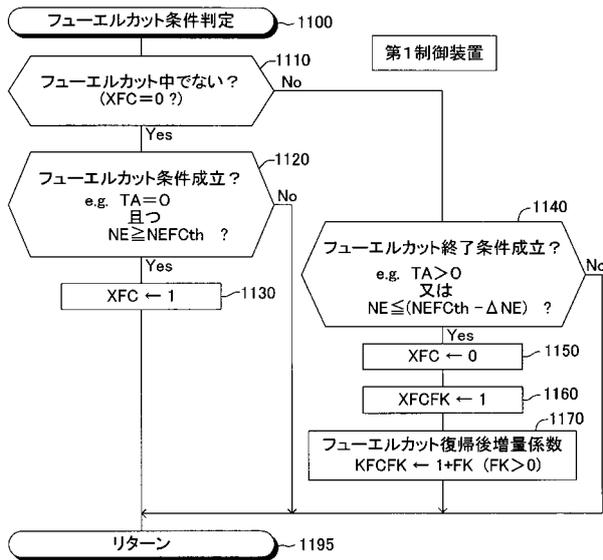
【図9】



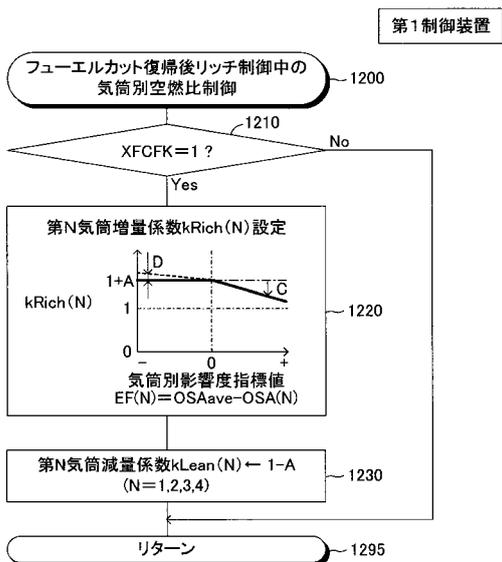
【図10】



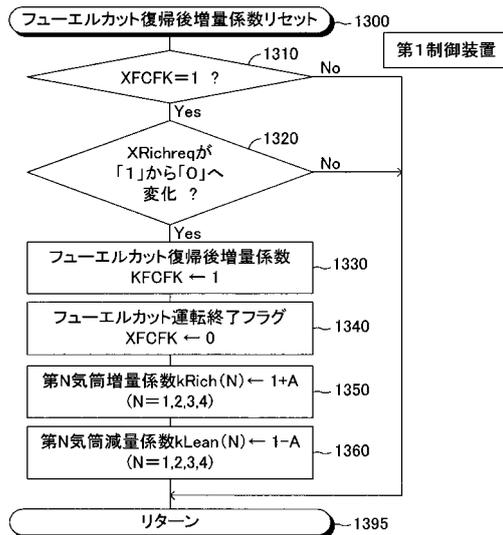
【図11】



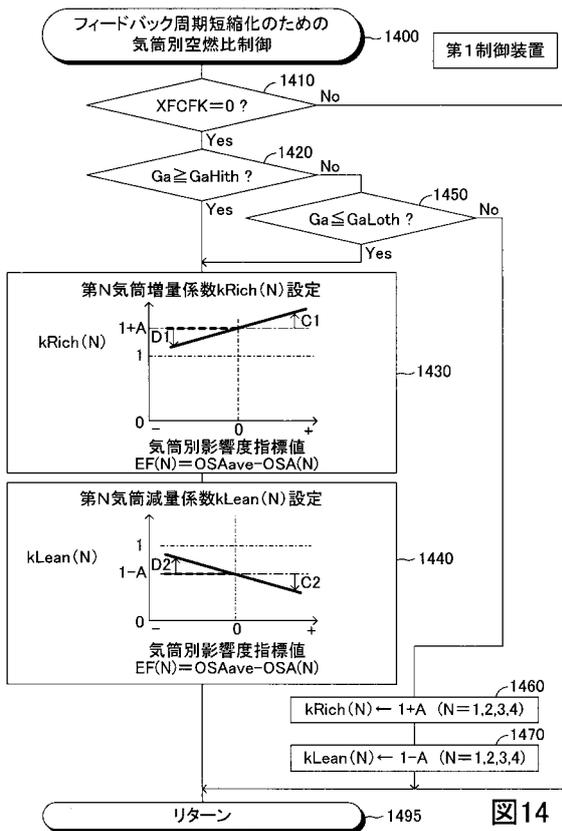
【図12】



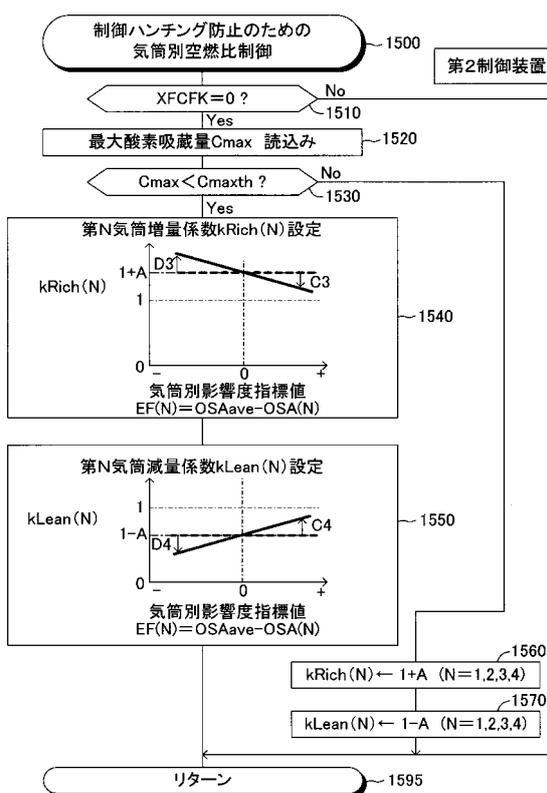
【図13】



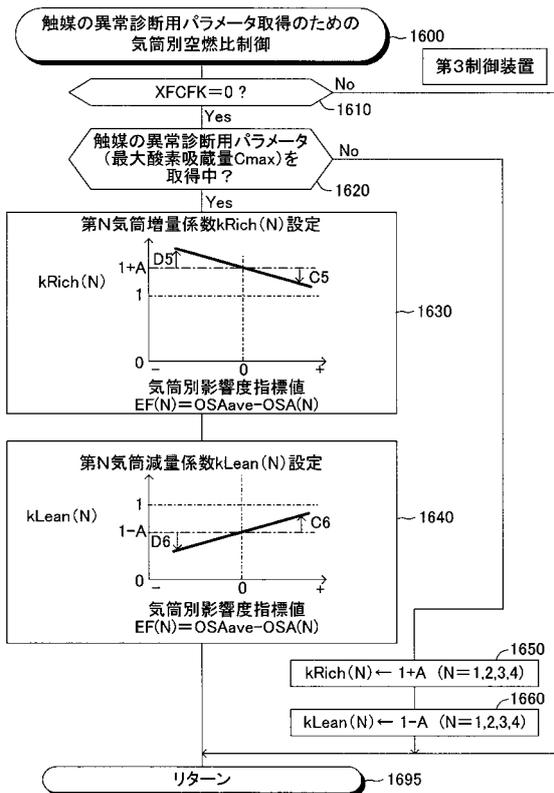
【図14】



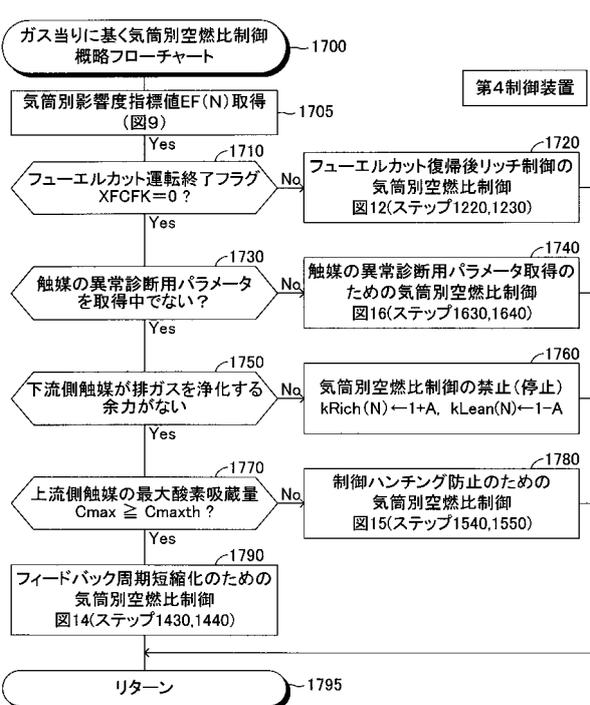
【図15】



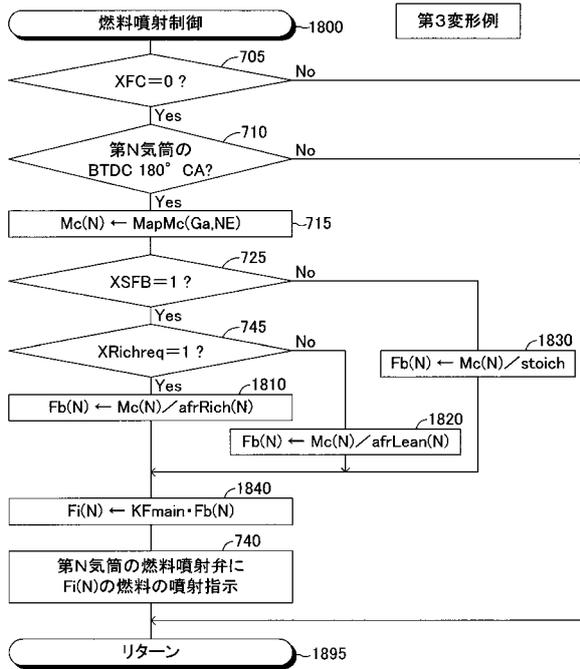
【図16】



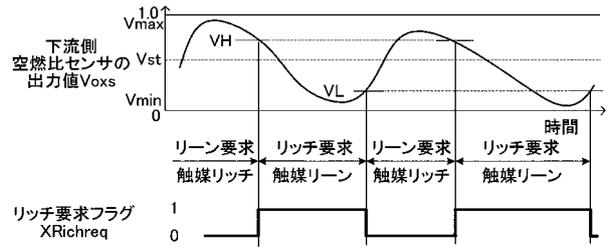
【図17】



【図18】



【図19】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 8 - 1 5 8 9 1 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 9 - 2 4 5 3 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 7 - 5 6 7 3 0 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F02D 41/14

F02D 41/02