

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4989738号  
(P4989738)

(45) 発行日 平成24年8月1日(2012.8.1)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int. Cl.	F I
FO1N 3/08 (2006.01)	FO1N 3/08 G
FO1N 3/24 (2006.01)	FO1N 3/24 C
FO2D 45/00 (2006.01)	FO1N 3/24 R
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2D 45/00 314Z
	FO2D 43/00 301T
請求項の数 15 (全 30 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2010-26282 (P2010-26282)	(73) 特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成22年2月9日(2010.2.9)	(74) 代理人	100105119 弁理士 新井 孝治
(65) 公開番号	特開2011-163193 (P2011-163193A)	(72) 発明者	安井 裕司 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 社本田技術研究所内
(43) 公開日	平成23年8月25日(2011.8.25)	審査官	今関 雅子
審査請求日	平成23年1月27日(2011.1.27)		
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の排気通路に設けられ、前記機関で燃焼する混合気の空燃比が理論空燃比近傍にあるとき排気中のNOxを浄化可能な第1の触媒と、該1の触媒の下流側に設けられ、還元剤を用いて排気中のNOxを浄化可能な第2の触媒と、該第2の触媒に還元剤を供給する還元剤供給手段と、前記空燃比を制御する空燃比制御手段とを備える、内燃機関の排気浄化装置において、

前記空燃比を理論空燃比よりリーン側のリーン空燃比に設定するリーン運転の実行条件を判定する判定手段を備え、

前記空燃比制御手段は、前記空燃比を理論空燃比近傍の空燃比から、理論空燃比よりリーン側のリーン空燃比に切り換えるときは、前記実行条件が成立した時点からリーン移行期間内は、前記空燃比を理論空燃比よりリッチ側のリッチ空燃比に制御し、前記リーン移行期間経過後に前記リーン空燃比に制御することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】

前記第1の触媒の下流側に排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサを備え、

前記空燃比制御手段は、前記空燃比を理論空燃比近傍の空燃比に制御するときは、前記酸素濃度センサ出力が第1所定値となるように前記空燃比制御を行い、前記リーン移行期間内は、前記酸素濃度センサ出力が前記第1所定値に対応する酸素濃度より低い酸素濃度に対応する第2所定値となるように前記空燃比制御を行うことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

## 【請求項 3】

前記還元剤供給手段は、前記リーン移行期間内において前記還元剤の供給を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

## 【請求項 4】

前記第 2 の触媒は、前記還元剤を貯蔵可能に構成されており、

前記リーン移行期間は、前記第 2 の触媒における前記還元剤の貯蔵量が所定貯蔵量に達した時点で終了することを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

## 【請求項 5】

前記所定貯蔵量は、前記第 2 の触媒に貯蔵可能な最大還元剤量の 15% 以上の値に設定されることを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

10

## 【請求項 6】

前記空燃比制御手段は、前記リーン移行期間経過後は前記空燃比を徐々に前記リーン空燃比に移行させることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

## 【請求項 7】

前記第 2 の触媒の下流側に排気中の還元剤濃度を検出する還元剤濃度センサを備え、

前記還元剤供給手段は、前記リーン運転を実行するときは前記還元剤濃度センサにより検出される還元剤濃度が「0」より大きくなるように前記還元剤の供給を行うことを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

20

## 【請求項 8】

内燃機関の排気通路に設けられ、前記機関で燃焼する混合気の空燃比が理論空燃比近傍にあるとき排気中の  $\text{NO}_x$  を浄化可能な第 1 の触媒と、該 1 の触媒の下流側に設けられ、還元剤を用いて排気中の  $\text{NO}_x$  を浄化可能でかつ還元剤を貯蔵可能な第 2 の触媒と、該第 2 の触媒に還元剤を供給する還元剤供給手段と、前記空燃比を制御する空燃比制御手段とを備える、内燃機関の排気浄化装置において、

前記第 1 の触媒の下流側に設けられ、排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサと、

前記空燃比を理論空燃比よりリーン側のリーン空燃比に設定するリーン運転の実行条件を判定する判定手段と、

前記第 2 の触媒に貯蔵された還元剤量の推定値である推定還元剤貯蔵量を算出する推定還元剤貯蔵量算出手段とを備え、

30

前記空燃比制御手段は、前記空燃比を理論空燃比近傍に制御するときは、前記酸素濃度センサ出力が、前記第 1 の触媒において還元剤を生成可能な所定値となるように制御する還元剤生成制御を行い、

前記空燃比を理論空燃比近傍の空燃比から、理論空燃比よりリーン側のリーン空燃比に切り換えるときは、前記実行条件が成立した時点から、前記推定還元剤量に応じたリーン移行期間経過後に前記空燃比を前記リーン空燃比に移行させることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

## 【請求項 9】

前記還元剤供給手段は、前記空燃比が理論空燃比よりリーン側のリーン空燃比から理論空燃比近傍の空燃比またはよりリッチ側の空燃比に切り換えられるとき、または前記機関への燃料供給を停止する燃料カット運転から燃料を供給する通常運転に切り換えられるときは、前記空燃比の切換時点または燃料カット運転終了時点からリッチ移行期間内において前記還元剤の供給を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

40

## 【請求項 10】

前記第 1 の触媒の下流側に排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサを備え、

前記リッチ移行期間は、前記酸素濃度センサ出力が前記リーン空燃比よりリッチ側の空燃比に対応する所定出力値に達した時点で終了することを特徴とする請求項 9 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

## 【請求項 11】

50

前記空燃比制御手段は、前記空燃比を前記リーン空燃比から理論空燃比または理論空燃比よりリッチ側の空燃比に切り換えるときは、前記空燃比を徐々に減少させることを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 12】

前記第 2 の触媒の下流側に排気中の還元剤濃度を検出する還元剤濃度センサを備え、前記還元剤供給手段は、前記還元剤濃度センサにより検出される還元剤濃度が「0」より大きくなるように前記還元剤の供給を行うことを特徴とする請求項 9 から 11 の何れか 1 項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 13】

前記還元剤供給手段は、前記リッチ移行期間内は、前記第 1 の触媒から排出される排気中の  $\text{NO}_x$  を還元するために必要な量の還元剤を供給することを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

10

【請求項 14】

前記還元剤供給手段は、前記燃料カット運転中は前記還元剤の供給を停止することを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 15】

前記機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、前記第 1 の触媒の上流側に設けられ、前記空燃比を検出する空燃比センサとを備え、前記空燃比制御手段は、前記機関に供給する燃料量及び検出される吸入空気量に応じて目標空燃比を算出し、検出される空燃比が前記目標空燃比と一致するように前記燃料量を補正すること特徴とする請求項 6 または 11 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関し、特に内燃機関の排気系に設けられた三元触媒及び選択還元触媒を備える排気浄化装置に関する。

【背景技術】

【0002】

図 21 は、従来周知の内燃機関及びその排気浄化装置の構成を示す図であり、内燃機関の排気通路 101 には、三元触媒 102、103、空燃比センサ 104 及び二値型酸素濃度センサ（「 $\text{O}_2$  センサ」という）105 が設けられている。この装置では、空燃比センサ 104 により検出される空燃比が目標空燃比と一致するように空燃比フィードバック制御が実行される。三元触媒は、機関で燃焼する混合気空燃比が理論空燃比近傍に制御された状態（ストイキ運転）で、炭化水素、一酸化炭素、及び  $\text{NO}_x$  の浄化率が高くなるという特性を有するため、通常は目標空燃比を理論空燃比とするストイキ運転が行われ、燃費向上のため適時、目標空燃比を理論空燃比よりリーン側の空燃比に設定するリーン運転が行われる。また酸素濃度センサ 105 の出力に応じて目標空燃比の修正を行うことにより、三元触媒 102 の特性に応じた空燃比の制御が行われる。

30

【0003】

図 22 は、図 21 に示す装置の動作例を示し、車速  $V_P$ 、検出当量比（検出空燃比の逆数に比例し、空燃比が理論空燃比であるとき「1.0」をとるパラメータ） $KACT$ 、 $\text{O}_2$  センサ出力  $VO_2$ 、及び三元触媒 103 の下流側における  $\text{NO}_x$  排出量  $G_{\text{NO}_x \text{ EX}}$  の推移が示されている。

40

【0004】

リーン運転を行うと、三元触媒の  $\text{NO}_x$  浄化率は大きく低下するため、図 23 に示すように、 $\text{NO}_x$  排出量  $G_{\text{NO}_x \text{ EX}}$  が増加する。また、リーン運転中（ $t_{101} \sim t_{102}$ ）に三元触媒に酸素が貯蔵されるため、リーン運転からストイキ運転に移行するときに該移行直後においても、三元触媒内が酸化雰囲気となり  $\text{NO}_x$  浄化率が低下する（ $t_{102} \sim t_{103}$ ）。

【0005】

50

このため、従来はリーン運転を行う運転条件を制限することによって、NO<sub>x</sub>排出量を抑制していた。したがって、NO<sub>x</sub>排出量の抑制のために燃費性能の向上が不十分となっていた。

【0006】

一方、リーン運転からストイキ運転へ復帰した直後におけるNO<sub>x</sub>浄化率の低下を早期に解消するための手法として、特許文献1に示されるものが知られている。特許文献1に示された手法によれば、リーン運転の終了直後に、空燃比を理論空燃比よりさらにリッチ側の空燃比に設定し、三元触媒に貯蔵された酸素を早期に取り除く処理が行われる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0007】

【特許文献1】特開平10-26040号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

図23は、特許文献1に示された手法を適用した動作例が示されている。機関運転状態は、図22に示す例と同一である。図23から明らかなように、特許文献1に示された手法を用いても、リーン運転終了直後のNO<sub>x</sub>排出量GNO<sub>x</sub>EXの増加を完全に抑えることはできず(時刻t102~t104)、リーン運転を行う機関運転領域を大きく拡大することはできない。また、空燃比のリッチ化(図23(b)、t102~t104)による燃費の低下も生じるため、燃費性能の改善度は大きくない。

20

【0009】

また、燃費性能向上のため、減速中に燃料噴射を停止する燃料カット運転が採用されるが、燃料カット運転中においても三元触媒に酸素が大量に貯蔵されるため、燃料カット運転終了直後にNO<sub>x</sub>排出量が増加してしまう。よって、リーン運転と同様に、燃料カット運転を行う条件に制約が生じ、燃料カット運転による燃費性能向上効果を十分に得られないという課題がある。

【0010】

さらに三元触媒は、空燃比を「16」程度に設定したときにNO<sub>x</sub>浄化率が最も低下するため、従来は理論空燃比から「20」程度の空燃比にステップ状に変化させる手法を採用し、リーン運転への移行中におけるNO<sub>x</sub>排出量の増加を抑制している。しかしながら、この制御手法では空燃比が急激に変更されるために機関出力トルクの変動が大きくなり、運転性が悪化するという問題があった。そのため、リーン運転の実行頻度を低下させるという対応がとられていた。

30

【0011】

本発明は、上述した点を考慮してなされたものであり、リーン運転または燃料カット運転に起因するNO<sub>x</sub>排出量の増加を確実に防止し、NO<sub>x</sub>排出量を十分に抑制しつつ燃費の向上を実現することができる内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

40

上記目的を達成するため請求項1に記載の発明は、内燃機関の排気通路(6)に設けられ、前記機関で燃焼する混合気空燃比が理論空燃比近傍にあるとき排気中のNO<sub>x</sub>を浄化可能な第1の触媒(7)と、該1の触媒(7)の下流側に設けられ、還元剤を用いて排気中のNO<sub>x</sub>を浄化可能な第2の触媒(8)と、該第2の触媒(8)に還元剤を供給する還元剤供給手段と、前記空燃比を制御する空燃比制御手段とを備える、内燃機関の排気浄化装置において、前記空燃比を理論空燃比よりリーン側のリーン空燃比に設定するリーン運転の実行条件を判定する判定手段を備え、前記空燃比制御手段は、前記空燃比を理論空燃比近傍の空燃比から、理論空燃比よりリーン側のリーン空燃比に切り換えるときは、前記実行条件が成立した時点からリーン移行期間(t2~t3)内は、前記空燃比を理論空燃比よりリッチ側のリッチ空燃比に制御し、前記リーン移行期間経過後に前記リーン空燃

50

比に制御することを特徴とする。

【0013】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記第1の触媒の下流側に排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサを備え、前記空燃比制御手段は、前記空燃比を理論空燃比近傍の空燃比に制御するときは、前記酸素濃度センサ出力(VO<sub>2</sub>)が第1所定値(VO<sub>2</sub>ST)となるように前記空燃比制御を行い、前記リーン移行期間内は、前記酸素濃度センサ出力(VO<sub>2</sub>)が前記第1所定値(VO<sub>2</sub>ST)に対応する酸素濃度より低い酸素濃度に対応する第2所定値(VO<sub>2</sub>NH<sub>3</sub>)となるように前記空燃比制御を行うことを特徴とする。

なお、第2所定値(VO<sub>2</sub>NH<sub>3</sub>)は、酸素濃度センサ出力(VO<sub>2</sub>)のリッチ側飽和値(最大出力値VO<sub>2</sub>MAX)に対応する最大酸素濃度より高い酸素濃度に対応する値(VO<sub>2</sub>ST < VO<sub>2</sub>NH<sub>3</sub> < VO<sub>2</sub>MAX)とすることが望ましい。

【0014】

請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記還元剤供給手段は、前記リーン移行期間内において前記還元剤の供給を行うことを特徴とする。

【0015】

請求項4に記載の発明は、請求項1から3の何れか1項に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記第2の触媒(8)は、前記還元剤を貯蔵可能に構成されており、前記リーン移行期間は、前記第2の触媒(8)における前記還元剤の貯蔵量(STNH<sub>3</sub>)が所定貯蔵量(STNH<sub>3</sub>SL)に達した時点で終了することを特徴とする。

【0016】

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記所定貯蔵量(STNH<sub>3</sub>SL)は、前記第2の触媒(8)に貯蔵可能な最大還元剤量(STNH<sub>3</sub>MAX)の15%以上の値に設定されることを特徴とする。

【0017】

請求項6に記載の発明は、請求項1から5の何れか1項に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記空燃比制御手段は、前記リーン移行期間経過後は前記空燃比を徐々に前記リーン空燃比に移行させることを特徴とする。

【0018】

請求項7に記載の発明は、請求項1から6の何れか1項に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記第2の触媒(8)の下流側に排気中の還元剤濃度(NH<sub>3</sub>CONS)を検出する還元剤濃度センサ(17)を備え、前記還元剤供給手段は、前記リーン運転を実行するときは前記還元剤濃度センサ(17)により検出される還元剤濃度(NH<sub>3</sub>CONS)が「0」より大きくなるように前記還元剤の供給を行うことを特徴とする。

【0019】

請求項8に記載の発明は、内燃機関の排気通路(3)に設けられ、前記機関で燃焼する混合気の空燃比が理論空燃比近傍にあるとき排気中のNO<sub>x</sub>を浄化可能な第1の触媒(7)と、該1の触媒(7)の下流側に設けられ、還元剤を用いて排気中のNO<sub>x</sub>を浄化可能でかつ還元剤を貯蔵可能な第2の触媒(8)と、該第2の触媒(8)に還元剤を供給する還元剤供給手段と、前記空燃比を制御する空燃比制御手段とを備える、内燃機関の排気浄化装置において、前記第1の触媒(8)の下流側に設けられ、排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサ(15)と、前記空燃比を理論空燃比よりリーン側のリーン空燃比に設定するリーン運転の実行条件を判定する判定手段と、前記第2の触媒(8)に貯蔵された還元剤量の推定値である推定還元剤貯蔵量(STNH<sub>3</sub>)を算出する推定還元剤貯蔵量算出手段とを備え、前記空燃比制御手段は、前記空燃比を理論空燃比近傍に制御するときは、前記酸素濃度センサ出力(VO<sub>2</sub>)が、前記第1の触媒(7)において還元剤を生成可能な所定値(VO<sub>2</sub>NH<sub>3</sub>)となるように制御する還元剤生成制御を行い、前記空燃比を理論空燃比近傍の空燃比から、理論空燃比よりリーン側のリーン空燃比に切り換えるときは、前記実行条件が成立した時点から、前記推定還元剤量(STNH<sub>3</sub>)に応じたリーン

10

20

30

40

50

移行期間経過後に前記空燃比を前記リーン空燃比に移行させることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記還元剤供給手段は、前記空燃比が理論空燃比よりリーン側のリーン空燃比から理論空燃比近傍の空燃比またはよりリッチ側の空燃比に切り換えられるとき、または前記機関への燃料供給を停止する燃料カット運転から燃料を供給する通常運転に切り換えられるときは、前記空燃比の切換時点または燃料カット運転終了時点からリッチ移行期間 ( t 5 ~ t 6 ) 内において前記還元剤の供給を行うことを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

請求項 1 0 に記載の発明は、請求項 9 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記第 1 の触媒 ( 7 ) の下流側に排気中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサ ( 1 5 ) を備え、前記リッチ移行期間は、前記酸素濃度センサ出力 ( V O 2 ) が前記リーン空燃比よりリッチ側の空燃比に対応する所定出力値 ( V O 2 J D ) に達した時点で終了することを特徴とする。

10

【 0 0 2 2 】

請求項 1 1 に記載の発明は、請求項 9 または 1 0 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記空燃比制御手段は、前記空燃比を前記リーン空燃比から理論空燃比または理論空燃比よりリッチ側の空燃比に切り換えるときは、前記空燃比を徐々に減少させることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

請求項 1 2 に記載の発明は、請求項 9 から 1 1 の何れか 1 項に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記第 2 の触媒 ( 8 ) の下流側に排気中の還元剤濃度 ( N H 3 C O N S ) を検出する還元剤濃度センサ ( 1 7 ) を備え、前記還元剤供給手段は、前記還元剤濃度センサにより検出される還元剤濃度 ( N H 3 C O N S ) が「 0 」より大きくなるように前記還元剤の供給を行うことを特徴とする。

20

【 0 0 2 4 】

請求項 1 3 に記載の発明は、請求項 9 または 1 0 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記還元剤供給手段は、前記リッチ移行期間内は、前記第 1 の触媒から排出される排気中の N O x を還元するために必要な量の還元剤を供給することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 4 に記載の発明は、請求項 9 または 1 0 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記還元剤供給手段は、前記燃料カット運転中は前記還元剤の供給を停止することを特徴とする。

30

【 0 0 2 6 】

請求項 1 5 に記載の発明は、請求項 6 または 1 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、前記第 1 の触媒の上流側に設けられ、前記空燃比を検出する空燃比センサとを備え、前記空燃比制御手段は、前記機関に供給する燃料量及び検出される吸入空気量に応じて目標空燃比を算出し、検出される空燃比が前記目標空燃比と一致するように前記燃料量を補正すること特徴とする。

【発明の効果】

40

【 0 0 2 7 】

請求項 1 に記載の発明によれば、空燃比を理論空燃比近傍の空燃比からリーン空燃比に切り換えるときは、リーン運転実行条件が成立した時点からリーン移行期間内は、空燃比が理論空燃比よりリッチ側のリッチ空燃比に制御され、リーン移行期間経過後にリーン空燃比に制御される。還元剤の供給が開始されると、第 2 の触媒によって直ちに必要な N O x 浄化率が得られるわけではなく、還元剤供給開始時点から少し遅れて必要な N O x 浄化率が得られる。したがって、リーン移行期間内において空燃比をリッチ空燃比に制御することにより、第 1 の触媒において還元剤を生成し、第 2 の触媒の N O x 浄化率を高めることができる。その結果、空燃比をリーン空燃比に切り換えた直後における N O x 排出量の増加を抑制することができる。

50

## 【 0 0 2 8 】

請求項 2 に記載の発明によれば、空燃比を理論空燃比近傍の空燃比に制御するときは、酸素濃度センサ出力が第 1 所定値となるように空燃比制御が行われ、リーン移行期間内は、酸素濃度センサ出力が第 1 所定値に対応する酸素濃度より低い酸素濃度に対応する第 2 所定値となるように空燃比制御が行われる。したがって、リーン移行期間中に第 1 の触媒において還元剤が生成され、第 2 の触媒に供給されるので、還元剤供給手段による還元剤供給量を低減し、還元剤の補給頻度を大幅に低減することができる。また酸素濃度センサ出力に応じた空燃比制御が行われるため、空燃比を過度にリッチ化することがなく、リーン移行期間中において第 1 の触媒の排気浄化性能の低下を抑制し、良好な排気特性を維持することができる。

10

## 【 0 0 2 9 】

請求項 3 に記載の発明によれば、空燃比を理論空燃比近傍の空燃比からリーン側のリーン空燃比に切り換えるときは、リーン運転実行条件が成立した時点からリーン移行期間経過後にリーン空燃比への切り換えが行われ、リーン移行期間内において還元剤の供給が行われる。リーン移行期間内において第 2 の触媒に還元剤を供給することにより、第 2 の触媒の NOx 浄化率をリーン運転開始当初において必要なレベルに高めることができ、空燃比をリーン空燃比に切り換えた直後における NOx 排出量の増加を抑制することができる。

## 【 0 0 3 0 】

請求項 4 に記載の発明によれば、リーン移行期間は、第 2 の触媒における還元剤の貯蔵量が所定貯蔵量に達した時点で終了するので、空燃比をリーン空燃比に切り換えた直後における NOx 排出量をより確実に抑制することができる。

20

## 【 0 0 3 1 】

請求項 5 に記載の発明によれば、所定貯蔵量は、第 2 の触媒に貯蔵可能な最大還元剤量の 15% 以上の値に設定される。第 2 の触媒は、還元剤貯蔵量が最大還元剤量の 15% 以上となると、必要な NOx 浄化率が得られるので、所定貯蔵量を最大還元剤量の 15% 以上の値に設定することにより、リーン運転開始当初において必要な NOx 浄化率を確実に得ることができる。また最大還元剤量は、第 2 の触媒の温度に依存して変化するが、最大還元剤量に対する比率で所定貯蔵量を設定することにより、触媒温度が変化しても良好な浄化率を得ることができる。

30

## 【 0 0 3 2 】

請求項 6 に記載の発明によれば、リーン移行期間経過後は空燃比を徐々にリーン空燃比に移行させるように制御されるので、従来のように空燃比をステップ状に変化させることによるトルク変動がなく、運転性を向上させることができる。

## 【 0 0 3 3 】

請求項 7 に記載の発明によれば、リーン運転を実行するときは、第 2 の触媒の下流側において検出される還元剤濃度が「0」より大きくなるように還元剤の供給が行われるので、リーン運転中における第 2 の触媒の還元剤貯蔵量を常に最大値に維持することができる。その結果、例えばリーン運転とストイキ運転の切替が頻繁に実行されるような運転状態では、リーン移行期間を短縮することができ、リーン運転時間の拡大による燃費向上効果が得られる。

40

## 【 0 0 3 4 】

請求項 8 に記載の発明によれば、空燃比を理論空燃比近傍に制御するときは、第 1 の触媒下流側に設けられた酸素濃度センサ出力が、第 1 の触媒において還元剤を生成可能な所定値となるように制御する還元剤生成制御が行われるとともに、第 2 の触媒の推定還元剤貯蔵量が算出される。空燃比を理論空燃比近傍の空燃比からリーン空燃比に切り換えるときは、リーン運転実行条件が成立した時点から、推定還元剤貯蔵量に応じたリーン移行期間経過後に空燃比がリーン空燃比に切り換えられる。したがって、推定還元剤貯蔵量が多く、リーン運転実行条件成立時点で、第 2 の触媒の還元剤貯蔵量が必要量に達していると推定されるときは、直ちにリーン運転に移行可能である。また還元剤貯蔵量が必要量に対

50

して不足している場合にはその不足分が貯蔵された時点で移行可能となる。その結果、還元剤供給量を低減し、還元剤の補給頻度を大幅に低減することができる。

【0035】

請求項9に記載の発明によれば、空燃比がリーン空燃比から理論空燃比またはよりリッチ側の空燃比に切り換えられるとき、または燃料カット運転から通常運転に切り換えられるときは、空燃比切換時点または燃料カット運転終了時点からリッチ移行期間内において、第2の触媒に還元剤が供給される。したがって、リーン運転または燃料カット運転中に第1の触媒の酸素貯蔵量が多くなってNOx浄化率が低下していても、リッチ移行期間中は第2の触媒によってNOx浄化が行われるので、リーン運転または燃料カット運転の終了直後においてもNOx排出量の低減効果を得ることができる。その結果、リーン運転を行う機関運転領域を拡大し、燃費を向上させることができる。

10

【0036】

請求項10に記載の発明によれば、リッチ移行期間は、第1の触媒下流側に設けられた酸素濃度センサ出力がリーン空燃比に対応するリーン側出力値からリーン空燃比よりリッチ側の空燃比に対応する所定出力値に達した時点で終了するので、第1の触媒のNOx浄化率が確実に回復した後に還元剤の供給が終了する。その結果、NOx排出量の増加を確実に防止できる。

【0037】

請求項11に記載の発明によれば、空燃比をリーン空燃比から理論空燃比または理論空燃比よりリッチ側の空燃比に切り換えるときは、空燃比を徐々に減少させる制御が行われるので、従来のように空燃比をステップ状に変化させることによるトルク変動がなく、運転性を向上させることができる。

20

【0038】

請求項12に記載の発明によれば、第2の触媒下流側において検出される還元剤濃度が「0」より大きくなるように還元剤の供給が行われるので、リーン運転中及びリッチ移行期間における第2の触媒の還元剤貯蔵量を常に最大値に維持することができる。その結果、例えばリーン運転とストイキ運転の切換が頻繁に実行されるような運転状態では、リーン運転を早期に開始することができ、リーン運転時間の拡大による燃費向上効果が得られる。

【0039】

請求項13の発明によれば、リッチ移行期間内は、第1の触媒から排出される排気中のNOxを還元するために必要な量の還元剤が供給される。すなわち、リッチ移行期間内は、第1の触媒で浄化されないNOxを還元するのに適した量の還元剤供給が行われるので、燃料カット運転終了直後におけるNOx排出量の低減効果を最小限の還元剤量で実現できる。

30

【0040】

請求項14の発明によれば、燃料カット運転中は還元剤の供給が停止されるので、還元剤の使用量を低減することができる。

【0041】

請求項15の発明によれば、機関に供給する燃料量及び検出される吸入空気量に応じて目標空燃比が算出され、検出される空燃比が目標空燃比と一致するように燃料量を補正することにより、空燃比が制御される。燃料供給量及び検出吸入空気量は、ステップ状に変化することはなく、空燃比の変更が連続的に（徐々に）行われる。

40

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】本発明の一実施形態にかかる内燃機関及びその制御装置に構成を示す図である。

【図2】本発明の概要を説明するためのタイムチャートである。

【図3】三元触媒の浄化特性及びNH<sub>3</sub>生成特性を説明するための図である。

【図4】選択還元触媒のNOx浄化特性を説明するための図である。

【図5】燃料噴射制御モジュールの構成を示すブロック図である。

50



【図6】図5に示す基本目標当量比算出部及び要求燃料量算出部における演算処理で参照されるマップを示す図である。

【図7】図5に示す要求吸気量算出部における演算処理のフローチャートである。

【図8】図5に示す目標O<sub>2</sub>センサ出力算出部における演算処理のフローチャートである。

【図9】図5に示すO<sub>2</sub>フィードバックコントローラにおける演算処理のフローチャートである。

【図10】NH<sub>3</sub>噴射制御モジュールの構成を示すブロック図である。

【図11】図10に示すNO<sub>x</sub>排出量推定部における演算処理のフローチャートである。

【図12】図11の処理で参照されるマップ及びテーブルを示す図である。

10

【図13】図10に示すNH<sub>3</sub>生成量推定部における演算処理のフローチャートである。

【図14】図10に示すNH<sub>3</sub>ストレージ量推定部における演算処理のフローチャートである。

【図15】図10に示すNO<sub>x</sub>浄化率推定部、NH<sub>3</sub>生成量推定部、及びNH<sub>3</sub>ストレージ量推定部における演算処理で参照されるテーブルを示す図である。

【図16】図10に示すNH<sub>3</sub>噴射量コントローラにおける演算処理のフローチャートである。

【図17】図16の処理で実行されるフィードバックNH<sub>3</sub>噴射量算出処理のフローチャートである。

【図18】図16の処理で実行されるFAFC設定処理のフローチャートである。

20

【図19】燃料噴射制御処理の全体構成を示すフローチャートである。

【図20】NH<sub>3</sub>噴射制御処理の全体構成を示すフローチャートである。

【図21】従来の排気浄化装置の構成を示す図である。

【図22】従来の空燃比制御を説明するためのタイムチャートである。

【図23】従来の空燃比制御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】

【0043】

以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図1は本発明の一実施形態にかかる内燃機関及びその制御装置の構成を示す図である。図1において内燃機関（以下「エンジン」という）1は、例えば4気筒を有する火花点火式エンジンであり、エンジン1の吸気通路2にはスロットル弁3が配されている。スロットル弁3には、スロットル弁3を駆動するアクチュエータ4が接続されており、アクチュエータ4は、電子制御ユニット（以下「ECU」という）10によりその作動が制御される。スロットル弁3にはスロットル弁開度THを検出するスロットル弁開度センサ12が連結されており、スロットル弁3の上流側には、吸入空気流量GAI R [ g / s e c ] を検出する吸入空気流量センサ11が設けられている。これらのセンサの検出信号はECU10に供給される。

30

【0044】

燃料噴射弁5は吸気弁（図示せず）の少し上流側に各気筒毎に設けられており、各噴射弁は図示しない燃料ポンプに接続されていると共にECU10からの駆動信号により燃料噴射弁5の開弁時間が制御される。

40

【0045】

スロットル弁3の下流には吸気圧PBAを検出する吸気圧センサ13が取り付けられている。また吸気温TAを検出する吸気温センサ、エンジン冷却水温TWを検出するエンジン冷却水温センサなど（図示せず）も取り付けられており、これらのセンサの検出信号は、ECU10に供給される。

【0046】

エンジン1の排気通路6には、三元触媒7、選択還元触媒（以下「SCR触媒」という）8及び9が、上流側からこの順序で配置されている。三元触媒7は、酸素貯蔵能力を有し、エンジン1で燃焼する混合気の空燃比が理論空燃比近傍の空燃比に設定された状態で

50

、最適な排気浄化特性が得られる。SCR触媒8, 9は、還元剤の存在下で排気中のNO<sub>x</sub>を還元し、還元剤であるアンモニア(NH<sub>3</sub>、以下「NH<sub>3</sub>」と記述する)を貯蔵可能に構成されている。なお、以下の説明ではSCR触媒8における還元剤の貯蔵量を「ストレージ量」といい、SCR触媒8が貯蔵可能な最大ストレージ量を「ストレージ容量」という。

#### 【0047】

三元触媒7の上流側には排気中の酸素濃度を検出することにより、エンジン1で燃焼する混合気の空燃比を検出するリア空燃比センサ(以下「LAFセンサ」という)14が設けられている。三元触媒7とSCR触媒8との間には、二値型酸素濃度センサ(以下「O<sub>2</sub>センサ」という)15が設けられている。O<sub>2</sub>センサ15は、その出力VO<sub>2</sub>が理論空燃比に対応するストイキ酸素濃度O<sub>2</sub>CONSSTの近傍で急変する特性を有する。O<sub>2</sub>センサ出力VO<sub>2</sub>は、酸素濃度O<sub>2</sub>CONSがストイキ酸素濃度O<sub>2</sub>CONSSTより低いとき(空燃比が理論空燃比よりリッチ側にあるとき)は、高レベル(リッチ側飽和値VO<sub>2</sub>MAX 1.0V)となり、酸素濃度O<sub>2</sub>CONSがストイキ酸素濃度O<sub>2</sub>CONSSTより高いとき(空燃比が理論空燃比よりリーン側にあるとき)は、低レベル(リーン側飽和値VO<sub>2</sub>MIN 0V)となる。O<sub>2</sub>センサ15によって、三元触媒7の排気浄化特性が最適となる酸素濃度(空燃比)を高精度に検出することができる。

10

#### 【0048】

三元触媒7とSCR触媒8との間には、NH<sub>3</sub>ガスを噴射するNH<sub>3</sub>噴射弁21が設けられており、NH<sub>3</sub>噴射弁21の作動はECU10により制御される。NH<sub>3</sub>噴射弁21には、NH<sub>3</sub>貯蔵部22からNH<sub>3</sub>ガスが供給される。NH<sub>3</sub>貯蔵部22は、NH<sub>3</sub>を吸着する吸着材を内蔵し、該吸着剤にNH<sub>3</sub>を吸着することによりNH<sub>3</sub>を貯蔵するものが望ましい。

20

#### 【0049】

SCR触媒8には、SCR触媒温度TSCRを検出するSCR触媒温度センサ16が設けられ、SCR触媒8及び9の間には、排気中のNH<sub>3</sub>濃度NH<sub>3</sub>CONSを検出するNH<sub>3</sub>濃度センサ17が設けられている。センサ14~17の検出信号はECU10に供給される。

#### 【0050】

ECU10には、エンジン1の回転数NEを検出するエンジン回転数センサ18及びエンジン1により駆動される車両のアクセルペダルの踏み込み量(以下「アクセルペダル操作量」という)APを検出するアクセルセンサ19が接続されており、これらのセンサの検出信号がECU10に供給される。エンジン回転数センサ18は、エンジン1の各気筒のピストンが上死点に位置するタイミングに同期したTDCパルスをECU10に供給する。

30

#### 【0051】

ECU10は、上述したセンサ及び図示しないセンサからの入力信号波形を整形し、電圧レベルを所定レベルに修正し、アナログ信号値をデジタル信号値に変換する等の機能を有する入力回路、中央演算処理ユニット(以下「CPU」という)、CPUで実行される演算プログラム及び演算結果等を記憶する記憶回路を有し、さらに燃料噴射弁5、NH<sub>3</sub>噴射弁21、アクチュエータ4などに駆動信号を供給する出力回路を備えている。

40

#### 【0052】

ECU10は、エンジン運転状態に応じて燃料噴射弁5による燃料噴射制御(空燃比制御)を行うとともに、SCR触媒8に適量のNH<sub>3</sub>を供給するためのNH<sub>3</sub>噴射制御を行う。さらにECU10は、検出されるスロットル弁開度THが、燃料噴射制御において算出される目標開度THCMDと一致するようにアクチュエータ4を駆動する吸気量制御を行う。

#### 【0053】

図2は、本実施形態における空燃比制御及びNH<sub>3</sub>噴射制御の概要を説明するためのタイムチャートである。図2(a)~(i)は、それぞれエンジン1により駆動される車両

50

の車速 $V_P$ 、触媒温度( $T_{TWC}$ :三元触媒温度、 $T_{SCR}$ :SCR触媒温度)、検出当量比 $K_{ACT}$ (及び目標当量比 $K_{CMD}$ 、基本目標当量比 $K_{CMDBS}$ )、エンジン1の吸入空気量 $G_{CYLACT}$ 、 $O_2$ センサ出力 $V_{O_2}$ 、 $NH_3$ 噴射量 $G_{NH_3}$ 、SCR触媒8の $NH_3$ ストレージ量の推定値である推定 $NH_3$ ストレージ量 $S_{TNH_3}$ (及び推定 $NH_3$ ストレージ容量 $S_{TNH_3MAX}$ )、検出される $NH_3$ 濃度 $NH_3CONS$ 、及び $NO_x$ 排出量 $G_{NO_xEX}$ (SCR触媒9の下流側)の推移を示す。図示例は、エンジン1の冷間始動後、当該車両を発進させ、さらに加速した状態に対応する。

【0054】

時刻 $t_1$ までは三元触媒7及びSCR触媒8ともに活性化していないため、 $NO_x$ 排出量 $G_{NO_xEX}$ が増加している。時刻 $t_1$ において三元触媒7が活性化するため、その後 $NO_x$ 排出量 $G_{NO_xEX}$ が減少する。時刻 $t_2$ においてリーン運転の実行条件が成立すると、空燃比が理論空燃比より若干リッチ側の空燃比に変更されるとともに、 $NH_3$ の噴射が開始される。図2(c)に示す基本目標当量比 $K_{CMDBS}$ はエンジン運転状態に応じて設定され、時刻 $t_2$ から $t_5$ までの期間においてリーン運転可能であることを示している。空燃比を理論空燃比より若干リッチ側の空燃比に設定することにより、三元触媒7において $NH_3$ が生成されるので、 $NH_3$ 噴射弁21による $NH_3$ 噴射量を低減することができる。

10

【0055】

時刻 $t_2$ から $t_3$ までがリーン移行期間であり、リーン移行期間中に $NH_3$ ストレージ量( $S_{TNH_3}$ )が増加し、時刻 $t_3$ の直前において $NO_x$ 浄化が可能なレベルに達するので、時刻 $t_3$ からリーン運転が開始される。これにより、リーン運転開始当初から十分な $NO_x$ 浄化率が得られる。

20

【0056】

リーン運転中は、三元触媒7では $NH_3$ が生成されないため、推定 $NH_3$ ストレージ量 $S_{TNH_3}$ が推定 $NH_3$ ストレージ容量 $S_{TNH_3MAX}$ に達する時刻 $t_4$ までは比較的多量の $NH_3$ が噴射される。そのとき、検出される $NH_3$ 濃度 $NH_3CONS$ が目標値 $NH_3CONSTRTGT$ と一致するように、 $NH_3$ 噴射量 $G_{NH_3}$ が制御される。

【0057】

基本目標当量比 $K_{CMDBS}$ が「1.0」に変化しても、リッチ移行期間中(時刻 $t_5 \sim t_6$ )は、 $NH_3$ の噴射が継続される。時刻 $t_6$ において $O_2$ センサ出力 $V_{O_2}$ が $NH_3$ 噴射停止閾値 $V_{O_2JD}$ に達することにより、リーン運転中に三元触媒7に貯蔵された酸素が取り除かれたことが確認されるので、 $NH_3$ の噴射が停止される。これにより、リーン運転終了直後における $NO_x$ 排出量の増加を確実に防止することができる。

30

【0058】

図2(c)に示されるようにリーン移行期間が終了する時刻 $t_3$ 以後、及びリーン運転が終了する時刻 $t_5$ 以後は、目標当量比 $K_{CMD}$ が徐々に変更されるので、エンジン出力トルクの急変を防止できる。

【0059】

図3は、 $O_2$ センサ出力 $V_{O_2}$ と、三元触媒7における $CO$ 浄化率 $CO_PFR$ (実線L1)、 $HC$ (炭化水素)浄化率 $HC_PFR$ (実線L2)、 $NO_x$ 浄化率 $NO_x_PFR$ (実線L3)、及び $NH_3$ 生成量 $NH_3GN$ (破線L4)との関係を示す図である。この図の $V_{O_2ST}$ が、ストイキ運転中の $O_2$ センサ出力であり(以下「ストイキ運転出力 $V_{O_2ST}$ 」という)、 $V_{O_2NH_3}$ が $NH_3$ を生成するのに適した $O_2$ センサ出力である(以下「 $NH_3$ 生成出力 $V_{O_2NH_3}$ 」という)。上述したリーン移行期間( $t_2 \sim t_3$ )では、 $V_{O_2}$ センサ出力が $NH_3$ 生成出力 $V_{O_2NH_3}$ と一致するように、目標当量比 $K_{CMD}$ が設定される。

40

【0060】

図4は、SCR触媒8の推定 $NH_3$ ストレージ量 $S_{TNH_3}$ と、SCR触媒8の $NO_x$ 浄化率 $NO_x_PFRS$ との関係を示す図である。この図には、推定 $NH_3$ ストレージ容量 $S_{TNH_3MAX}$ の約15%に相当するストレージ量閾値 $S_{TMH_3TH}$ の近傍で、 $NO$

50

×浄化率NOxPFRSが急変することが示されている。したがって、本実施形態では、リーン移行期間の終了時点判定のためのリーン切替判定閾値STNH3SLを、図4に示すようにストレージ量閾値STMH3THより少し大きい値に設定し、リーン運転開始当初からNOxを確実に浄化できるようにしている。

【0061】

図5は、吸気量制御を含む燃料噴射制御を行うモジュールの構成を示すブロック図である。図5に示す各ブロックの機能は、ECU10のCPUにおける演算処理により実現される。

【0062】

図5の燃料噴射制御モジュールは、基本目標当量比算出部31、要求燃料量算出部32、要求吸気量算出部33、目標O2センサ出力算出部34、O2フィードバックコントローラ35、吸気量フィードバックコントローラ36、目標当量比算出部37、空燃比フィードバックコントローラ38、及び乗算部39を備えている。

【0063】

基本目標当量比算出部31は、エンジン回転数NE及びエンジン1の要求トルクTRQRQに応じて図6(a)に示すKCMDBSマップを検索し、基本目標当量比KCMDBSを算出する。要求トルクTRQRQは、アクセルペダル操作量APに応じて算出され、アクセルペダル操作量APにほぼ比例するように設定される。

【0064】

KCMDBSマップは、マップ上のリーン運転領域RL1~RL4において「1.0」より小さいマップ値が設定され、ストイキ運転領域RSTにおいて「1.0」が設定され、リッチ運転領域RRにおいて「1.0」より大きなマップ値が設定されている。領域RL1~RL4に対応するマップ値KCMDL1~KCMDL4は、KCMDL1<KCMDL2<KCMDL3<KCMDL4なる関係を満たす。基本目標当量比KCMDBSは、リーン運転実行条件が満たされる運転領域で「1.0」より小さい値に設定される。なお、図6(a)に示すTRQMAXは、エンジン回転数NEに応じた最大出力トルクを示す。

【0065】

なお、基本目標当量比KCMDBSを変更するときは、基本目標当量比KCMDBSが徐々に変化するように単位時間当たり変化量のリミット処理が行われる。例えば、エンジン運転状態が、領域RSTから領域RL4に移行したときに、基本目標当量比KCMDBSが「1.0」からステップ的にKCMDL4に変更されることはなく、徐々に変化してKCMDL4に達するように制御される(図2(c)参照)。

【0066】

要求燃料量算出部32は、エンジン回転数NE及び要求トルクTRQRQに応じて図6(b)に示すGFUELCMDマップを検索し、要求燃料量GFUELCMDを算出する。図6(b)に示す5本の線は、それぞれ所定要求トルクTRQRQ1, TRQRQ2, TRQRQ2, TRQRQ3, TRQRQ4, 及びTRQRQ5に対応し、所定要求トルクは、TRQRQ1<TRQRQ2<TRQRQ2<TRQRQ3<TRQRQ4<TRQRQ5なる関係を満たす。

【0067】

要求吸気量算出部33は、基本目標当量比KCMDBS、要求燃料量GFUELCMD、リーン運転許可フラグFLEANOK、及びSCR触媒温度TSCRに応じて、エンジン1に供給すべき空気量である要求吸気量GCYLCMDを算出する(図7参照)。リーン運転許可フラグFLEANOKは、後述するNH3噴射制御モジュールにおいて、SCR触媒8のNH3ストレージ量の推定値である推定NH3ストレージ量STNH3がリーン切替判定値STMH3SL以上であって、リーン運転可能であるとき「1」に設定される(図14, S69, S70参照)。

【0068】

吸気量フィードバックコントローラ36は、検出吸気量GCYLACTが要求吸気量G

10

20

30

40

50

C Y L C M Dと一致するように、スロットル弁3の目標開度T H C M Dを算出する。このフィードバック制御のアルゴリズムとしては、スライディングモード制御アルゴリズム、P I D（比例積分微分）制御アルゴリズムなど公知のフィードバック制御アルゴリズムが適用可能である。その際、検出吸気量G C Y L A C Tと要求吸気量G C Y L C M Dとの偏差に応じて算出されるフィードバック制御量と、要求吸気量G C Y L C M Dに応じて算出されるフィードフォワード制御量とを組み合わせ、目標開度T H C M Dを算出することが望ましい。

【0069】

なお、検出吸気量G C Y L A C Tは、吸入空気流量センサ11により検出される吸入空気流量G A I RをT D Cパルス発生周期毎の吸気量に換算することにより得られる。

10

【0070】

目標O2センサ出力算出部34は、基本目標当量比K C M D B S、リーン運転許可フラグF L E A N O Kに応じて、O2センサ出力V O 2の目標値である目標O2センサ出力V O 2 T R G Tを算出する（図8参照）。

【0071】

O2フィードバックコントローラ35は、O2センサ出力V O 2が目標O2センサ出力V O 2 T R G Tと一致するように、目標当量比修正量D K C M Dを算出する（図9参照）。その際、基本目標当量比K C M D B S及びリーン運転許可フラグF L E A N O Kが参照される。

【0072】

20

目標当量比算出部37は、検出吸気量G C Y L A C T(k)、燃料噴射量G F U E L(k-1)（前回算出値）、及び目標当量比修正値D K C M D(k)を下記式(1)に適用し、目標当量比K C M D(k)を算出する。ここで「k」は、T D Cパルス発生周期で離散化した離散化時刻である。なお、今回値を示す(k)は、省略されている場合もある。

$$K C M D(k) = G F U E L(k-1) / G C Y L A C T(k) + D K C M D(k) \quad (1)$$

【0073】

空燃比フィードバックコントローラ38は、L A Fセンサ14により検出される空燃比を当量比に換算することにより得られる検出当量比K A C Tが目標当量比K C M Dと一致するように、スライディングモード制御アルゴリズムを適用して空燃比補正係数K A Fを算出する。

30

【0074】

具体的には、検出当量比K A C T(k)及び目標当量比K C M D(k)を下記式(2)に適用して偏差E(k)を算出し、偏差E(k)を下記式(3)に適用して切換関数値(k)を算出する。次いで切換関数値(k)を下記式(4)及び(5)に適用し、到達則制御項U R C H(k)及び適応則制御項U A D P(k)を算出し、到達則制御項U R C H(k)及び適応則制御項U A D P(k)を下記式(6)に適用して、空燃比補正係数K A F(k)を算出する。

$$E(k) = K A C T(k) - K C M D(k) \quad (2)$$

$$(k) = E(k) + P O L E \times E(k-1) \quad (3)$$

$$U R C H(k) = K R C H \times (k) \quad (4)$$

40

【数1】

$$U A D P \phi(k) = K A D P \phi \times \sum_{i=0}^k \sigma \phi(i) \quad (5)$$

$$K A F(k) = 1 + U R C H(k) + U A D P(k) \quad (6)$$

【0075】

式(3)のP O L Eは、偏差Eの減衰特性を指定するための応答特性指定パラメータであり、「-1」から「0」の間の値に設定される。また式(4)のK R C H及び式

50

(5)のKADPは、それぞれ所定値に設定される到達則制御ゲイン及び適応則制御ゲインである。なお、適応則制御項UADP(k)の初期値を「1」とする場合には、式(6)において「1」を加算する必要はない。

【0076】

乗算部39は、下記式(7)に示すように、要求燃料量GFUELCMD(k)に空燃比補正係数KAF(k)を乗算することにより、燃料噴射量GFUEL(k)を算出する。

$$GFUEL(k) = GFUELCMD(k) \times KAF(k) \quad (7)$$

【0077】

次に図7～図9を参照して、要求吸気量算出部33、目標O2センサ出力算出部34、及びO2フィードバックコントローラ35における演算処理の詳細を説明する。

10

【0078】

図7は、要求吸気量算出部33における演算処理のフローチャートである。

ステップS11では、基本目標当量比KCMDBS(k)が「1.0」より小さいか否かを判別し、その答が肯定(YES)であるときは、リーン運転許可フラグFLEAOKが「0」であるか否かを判別する(ステップS12)。ステップS12の答が肯定(YES)であるときは、修正目標当量比KCMDBSMOD(k)を「1.0」に設定する(ステップS15)。ステップS11の答が否定(NO)であるときは、直ちにステップS16に進む。

【0079】

ステップS12の答が否定(NO)であって、リーン運転が許可されているときは、SCR触媒温度TSCR(k)が下限温度TSCR L(例えば160)より低いかなかを判別し(ステップS13)、この答が否定(NO)であるときは、SCR触媒温度TSCR(k)が上限温度TSCR H(例えば500)より高いかなかを判別する(ステップS14)。ステップS13またはS14の答が肯定(YES)であるときは、SCR触媒8のNOx浄化率が低いため、前記ステップS15に進む。

20

【0080】

ステップS14の答が否定(NO)、すなわちSCR触媒温度TSCRが下限温度TSCR L以上かつ上限温度TSCR H以下であってSCR触媒8によるNOx浄化が可能であるときは、ステップS16に進み、修正目標当量比KCMDBSMOD(k)を基本目標当量比KCMDBS(k)に設定する。ステップS11～S15により、基本目標当量比KCMDBS(k)が「1.0」より小さい値に設定されても、リーン運転が許可されていないとき、またはSCR触媒温度TSCRが許容範囲外であるときは、リーン運転は行われないので、修正目標当量比KCMDBSMOD(k)が「1.0」に設定される。

30

【0081】

ステップS17では、要求燃料量GFUELCMD(k)及び修正目標当量比KCMDBSMOD(k)を下記式(8)に適用し、要求吸気量GCYLCMD(k)を算出する。

$$GCYLCMD(k) = GFUELCMD(k) / KCMDBSMOD(k) \quad (8)$$

【0082】

図8は、目標O2センサ出力算出部34における演算処理のフローチャートである。

ステップS21では、基本目標当量比KCMDBS(k)が「1.0」以上であるか否かを判別し、その答が否定(NO)であるときは、リーン運転許可フラグFLEAOK(n)が「1」であるか否かを判別する(ステップS22)。ここで、「n」は、NH3噴射量の制御周期TNH3(例えば0.5秒)で離散化した離散化時刻である。

40

【0083】

ステップS21またはS22の答が肯定(YES)であるときは、目標O2センサ出力VO2TRGTをストイキ目標値VO2ST(例えば約0.6V)に設定する(ステップS23)。

【0084】

ステップS22の答が否定(NO)であるとき、すなわちリーン運転実行条件が成立し(KCMDBS(k) < 1.0)かつリーン運転許可フラグFLEAOK(n)が「0」であ

50

るときは、目標 $O_2$ センサ出力 $VO_2TRGT$ を $NH_3$ 生成目標値 $VO_2NH_3$ （例えば約 $0.75V$ ）に設定する（ステップ $S24$ ）。これにより、リーン移行期間（図2,  $t_2 \sim t_3$ ）において、三元触媒7で $NH_3$ が生成される。

【0085】

図9は、 $O_2$ フィードバックコントローラ35における演算処理のフローチャートである。

ステップ $S31$ では、 $O_2$ センサ出力 $VO_2$ 及び目標 $O_2$ センサ出力 $VO_2TRGT$ を下記式(9)に適用して偏差 $EVO_2(k)$ を算出し、偏差 $EVO_2(k)$ を下記式(10)に適用して切換閾数値 $VO_2(k)$ を算出する。式(10)の $POLEV$ は、偏差 $EVO_2$ の減衰特性を指定するための応答特性指定パラメータであり、「-1」から「0」の間の値に設定される。

$$EVO_2(k) = VO_2(k) - VO_2TRGT(k) \quad (9)$$

$$VO_2(k) = EVO_2(k) + POLEV \times EVO_2(k-1) \quad (10)$$

【0086】

ステップ $S32$ では、切換閾数値 $VO_2(k)$ を下記式(11)及び(12)に適用し、到達則制御項 $URCHV(k)$ 及び適応則制御項 $UADPV(k)$ を算出する。式(11)の $KRCHV$ 及び式(12)の $KADPV$ は、それぞれ所定値に設定される到達則制御ゲイン及び適応則制御ゲインである。

$$URCHV(k) = KRCHV \times VO_2(k) \quad (11)$$

【数2】

$$UADPV(k) = KADPV \times \sum_{i=0}^k \sigma VO_2(i) \quad (12)$$

【0087】

ステップ $S33$ では、基本目標当量比 $KCMDBS(k)$ が「1.0」より小さいか否かを判別し、その答が肯定(YES)であるときはリーン運転許可フラグ $FLLEANOK(n)$ が「0」であるか否かを判別する（ステップ $S34$ ）。ステップ $S33$ の答が否定(NO)または $S34$ の答が肯定(YES)であるときは、リーン運転が行われなため、ステップ $S35$ に進み、目標当量比修正量 $DKCMD(k)$ を到達則制御項 $URCHV(k)$ 及び適応則制御項 $UADPV(k)$ の和に設定する（下記式(13)）。

$$DKCMD(k) = URCHV(k) + UADPV(k) \quad (13)$$

【0088】

ステップ $S34$ の答が否定(NO)であるときは、リーン運転が行われるため目標当量比修正量 $DKCMD$ を「0」に設定する（ステップ $S36$ ）。

【0089】

図10は、 $NH_3$ 噴射弁21による $NH_3$ ガスの噴射制御を行う $NH_3$ 噴射制御モジュールの構成を示すブロック図であり、図10に示す各ブロックの機能は、ECU10のCPUにおける演算処理により実現される。

【0090】

$NH_3$ 噴射制御モジュールは、 $NO_x$ 排出量推定部41、 $NO_x$ 浄化率推定部42、 $NH_3$ 生成量推定部43、 $TWC$ 下流 $NO_x$ 量推定部44、 $NH_3$ ストレージ量推定部45、及び $NH_3$ 噴射量コントローラ46を備えている。

【0091】

$NO_x$ 排出量推定部41は、検出当量比 $KACT$ 、エンジン回転数 $NE$ 、及び検出吸気量 $GCYLACT$ に応じて、エンジン1から排出される $NO_x$ 量の推定値である推定 $NO_x$ 排出量 $ENGNNOxHAT$ を算出する。

【0092】

$NO_x$ 浄化率推定部42は、 $O_2$ センサ出力 $VO_2$ に応じて、三元触媒7の $NO_x$ 浄化

10

20

30

40

50

率の推定値である推定 $\text{NO}_x$ 浄化率 $\text{ITANO}_x$ を算出する。具体的には、 $\text{O}_2$ センサ出力 $\text{VO}_2$ に応じて図15(a)に示す $\text{ITANO}_x$ テーブルを検索し、推定 $\text{NO}_x$ 浄化率 $\text{ITANO}_x(n)$ を算出する。 $\text{ITANO}_x$ テーブルは、 $\text{O}_2$ センサ出力 $\text{VO}_2$ がストイキ目標値 $\text{VO}_2\text{ST}$ に等しいとき、推定 $\text{NO}_x$ 浄化率 $\text{ITANO}_x$ が最大となり、 $0.2\text{V}$ 以下では「0」となるように設定されている。

【0093】

TWC下流 $\text{NO}_x$ 量推定部44は、推定 $\text{NO}_x$ 排出量 $\text{ENGNO}_x\text{HAT}$ 及び推定 $\text{NO}_x$ 浄化率 $\text{ITANO}_x$ に応じて、三元触媒7の下流側に排出される $\text{NO}_x$ 量の推定値である推定TWC下流 $\text{NO}_x$ 量 $\text{TWCNO}_x\text{HAT}$ を算出する。

【0094】

$\text{NH}_3$ 生成量推定部43は、エンジン回転数 $\text{NE}$ 、検出吸気量 $\text{GCYLACT}$ 、及び $\text{O}_2$ センサ出力 $\text{VO}_2$ に応じて、三元触媒7で生成される $\text{NH}_3$ 量の推定値である推定 $\text{NH}_3$ 生成量 $\text{GNH}_3\text{TWC}$ を算出する。

【0095】

$\text{NH}_3$ ストレージ量推定部45は、SCR触媒温度 $\text{TSCR}$ に応じて推定 $\text{NH}_3$ ストレージ容量 $\text{STNH}_3\text{MAX}$ を算出するとともに、推定TWC下流 $\text{NO}_x$ 量 $\text{TWCNO}_x\text{HAT}$ 、推定 $\text{NO}_x$ 生成量 $\text{GNH}_3\text{TWC}$ 、SCR触媒温度 $\text{TSCR}$ 、 $\text{NH}_3$ 噴射量 $\text{GNH}_3$ (前回値)、及びフィードフォワード $\text{NH}_3$ 噴射量 $\text{GNH}_3\text{FF}$ (前回値)に応じて、推定 $\text{NH}_3$ ストレージ量 $\text{STNH}_3$ を算出し、さらに推定 $\text{NH}_3$ ストレージ量 $\text{STNH}_3$ に応じてリーン運転許可フラグ $\text{FLEANOK}$ の設定を行う。 $\text{NH}_3$ 噴射量 $\text{GNH}_3$ 及びフィードフォワード $\text{NH}_3$ 噴射量 $\text{GNH}_3\text{FF}$ は、 $\text{NH}_3$ 噴射量コントローラ46で算出される。

【0096】

$\text{NH}_3$ 噴射量コントローラ46は、推定TWC下流 $\text{NO}_x$ 量 $\text{TWCNO}_x\text{HAT}$ に応じてフィードフォワード $\text{NH}_3$ 噴射量 $\text{GNH}_3\text{FF}$ を算出するとともに、フィードフォワード $\text{NH}_3$ 噴射量 $\text{GNH}_3\text{FF}$ 、 $\text{O}_2$ センサ出力 $\text{VO}_2$ 、 $\text{NH}_3$ 濃度センサ17により検出される $\text{NH}_3$ 濃度 $\text{NH}_3\text{CONS}$ 、推定 $\text{NH}_3$ ストレージ量 $\text{STNH}_3$ 、推定 $\text{NH}_3$ ストレージ容量 $\text{STNH}_3\text{MAX}$ 、基本目標当量比 $\text{KCMDBS}$ 、及び燃料カットフラグ $\text{FFC}$ に応じて、 $\text{NH}_3$ 噴射量 $\text{GNH}_3$ を算出する。燃料カットフラグ $\text{FFC}$ は、エンジン1への燃料供給を停止する燃料カット運転を行うとき「1」に設定される。

【0097】

図11は、 $\text{NO}_x$ 排出量推定部41における演算処理のフローチャートである。

ステップS41では、エンジン回転数 $\text{NE}$ 及び検出吸気量 $\text{GCYLACT}$ に応じて図12(a)に示す $\text{ENGNO}_x\text{HATBS}$ マップを検索し、基本推定 $\text{NO}_x$ 排出量 $\text{ENGNO}_x\text{HATBS}(n)$ を算出する。 $\text{ENGNO}_x\text{HATBS}$ マップは、検出吸気量 $\text{GCYLACT}$ が増加するほど基本推定 $\text{NO}_x$ 排出量 $\text{ENGNO}_x\text{HATBS}$ が増加し、エンジン回転数 $\text{NE}$ が増加するほど基本推定 $\text{NO}_x$ 排出量 $\text{ENGNO}_x\text{HATBS}$ が増加するように設定されている。図12(a)に示す3つの曲線は、それぞれ所定エンジン回転数 $\text{NE}_1$ 、 $\text{NE}_2$ 、及び $\text{NE}_3$ に対応し、3つの所定エンジン回転数は $\text{NE}_1 < \text{NE}_2 < \text{NE}_3$ なる関係を満たす。

【0098】

ステップS42では、検出当量比 $\text{KACT}$ に応じて図12(b)に示す $\text{KNO}_x$ テーブルを検索し、当量比補正係数 $\text{KNO}_x(n)$ を算出する。 $\text{KNO}_x$ テーブルは、検出当量比 $\text{KACT}$ が「0.9」近傍にあるとき当量比補正係数 $\text{KNO}_x$ が最大となるように設定されている。すなわち、検出当量比 $\text{KACT}$ が「0.9」より小さい範囲では、検出当量比 $\text{KACT}$ が増加するほど、当量比補正係数 $\text{KNO}_x$ が増加し、検出当量比 $\text{KACT}$ が「0.9」より大きい範囲では、検出当量比 $\text{KACT}$ が増加するほど、当量比補正係数 $\text{KNO}_x$ が減少する。なお、当量比0.9は、空燃比16.0に相当する。

【0099】

ステップS43では、基本推定 $\text{NO}_x$ 排出量 $\text{ENGNO}_x\text{HATBS}(n)$ 及び当量比補

10

20

30

40

50



正係数  $K_{NOx}(n)$  を下記式 (20) に適用し、推定  $NOx$  排出量  $ENG_{NOxHAT}(n)$  を算出する。

$$ENG_{NOxHAT}(n) = ENG_{NOxHATBS}(n) \times K_{NOx}(n) \quad (20)$$

【0100】

図13は、 $NH_3$ 生成量推定部43における演算処理のフローチャートである。

ステップS51では、 $O_2$ センサ出力 $VO_2$ に応じて図15(b)に示す $K_{NH_3VO_2}$ テーブルを検索し、 $NH_3$ 生成係数 $K_{NH_3VO_2}(n)$ を算出する。 $K_{NH_3VO_2}$ テーブルは、 $O_2$ センサ出力 $VO_2$ がストイキ目標値 $VO_2ST$ より高い範囲で、 $O_2$ センサ出力 $VO_2$ が高くなるほど(酸素濃度が減少するほど)、 $NH_3$ 生成係数 $K_{NH_3VO_2}$ が増加するように設定されている。 $NH_3$ 生成目標値 $VO_2NH_3$ は、 $NH_3$ 生成係数 $K_{NH_3VO_2}$ が「0」より少し大きな値とる $O_2$ センサ出力に相当する。

10

【0101】

ステップS52では、検出吸気量 $G_{CYLACT}(n)$ 及びエンジン回転数 $NE(n)$  [rpm] を下記式(21)に適用し、 $NH_3$ 噴射制御周期 $T_{NH_3}$  [sec] 当たりの排気量(質量)の推定値である推定排気量 $G_{EXHAT}(n)$ を算出する。なお、式(21)は4気筒エンジンに対応するものである。

$$G_{EXHAT}(n) = G_{CYLACT}(n) \times NE(n) \times T_{NH_3} \times 2 / 60 \quad (21)$$

【0102】

ステップS53では、 $NH_3$ 生成係数 $K_{NH_3VO_2}(n)$ 及び推定排気量 $G_{EXHAT}(n)$ を下記式(22)に適用し、推定 $NH_3$ 生成量 $G_{NH_3TWC}(n)$ を算出する。

20

$$G_{NH_3TWC}(n) = K_{NH_3VO_2}(n) \times G_{EXHAT}(n) \quad (22)$$

【0103】

図14は、 $NH_3$ ストレージ量推定部45における演算処理のフローチャートである。

ステップS61では、SCR触媒温度 $T_{SCR}$ に応じて図15(c)に示す $S_{TNH_3MAX}$ テーブルを検索し、推定 $NH_3$ ストレージ容量 $S_{TNH_3MAX}(n)$ を算出する。ステップS62では、 $NH_3$ 噴射量の前回値 $G_{NH_3}(n-1)$ 、推定 $NH_3$ 生成量の前回値 $G_{NH_3TWC}(n-1)$ 、及びフィードフォワード $NH_3$ 噴射量の前回値 $G_{NH_3FF}(n-1)$ を下記式(23)に適用し、推定 $NH_3$ ストレージ量 $S_{TNH_3}$ を算出するためのストレージ量演算パラメータ $S_{TNH_3TEMP}(n)$ を算出する。フィードフォワード $NH_3$ 噴射量 $G_{NH_3FF}$ は、SCR触媒8における $NH_3$ の消費量(1制御周期当たり)に相当するので、減算項として式(23)に含まれている。

30

$$S_{TNH_3TEMP}(n) = S_{TNH_3TEMP}(n-1) + G_{NH_3}(n-1) + G_{NH_3TWC}(n-1) - G_{NH_3FF}(n-1) \quad (23)$$

【0104】

ステップS63では、ストレージ量演算パラメータ $S_{TNH_3TEMP}(n)$ が推定 $NH_3$ ストレージ容量 $S_{TNH_3MAX}(n)$ より大きいか否かを判別する。その答が否定(NO)であるときは、 $NH_3$ 濃度センサ17により検出される $NH_3$ 濃度 $NH_3CONS(n)$ が「0」より大きいか否かを判別する(ステップS64)。ステップS63またはS64の答が肯定(YES)であるときは、推定 $NH_3$ ストレージ量 $S_{TNH_3}(n)$ を推定 $NH_3$ ストレージ容量 $S_{TNH_3MAX}(n)$ に設定する(ステップS65)。

40

【0105】

ステップS64の答が否定(NO)であるときは、ストレージ量演算パラメータ $S_{TNH_3TEMP}(n)$ が「0」より小さいか否かを判別する(ステップS66)。その答が否定(NO)であるときは、推定 $NH_3$ ストレージ量 $S_{TNH_3}(n)$ をストレージ量演算パラメータ $S_{TNH_3TEMP}(n)$ に設定する(ステップS67)。ストレージ量演算パラメータ $S_{TNH_3TEMP}(n)$ が負の値となっているときは、推定 $NH_3$ ストレージ量 $S_{TNH_3}(n)$ を「0」に設定する(ステップS68)。

【0106】

ステップS69では、算出された推定 $NH_3$ ストレージ量 $S_{TNH_3}(n)$ がリーン切換判定閾値 $S_{TNH_3SL}$ 以上であるか否かを判別し、その答が肯定(YES)であるとき

50

は、リーン運転許可フラグ F L E A N O K (n) を「 1 」に設定する (ステップ S 7 0 )。ステップ S 6 9 の答が否定 ( N O ) であるときは、リーン運転許可フラグ F L E A N O K (n) を「 0 」に設定する (ステップ S 7 1 )。

【 0 1 0 7 】

図 1 6 は、NH<sub>3</sub> 噴射量コントローラ 4 6 における演算処理のフローチャートである。

ステップ S 8 0 では、下記式 ( 2 4 ) に推定 T W C 下流 N O x 量 T W C N O x H A T (n) を適用し、フィードフォワード NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 F F (n) を算出する。

$$G N H 3 F F (n) = K N O x N H 3 \times T W C N O x H A T (n) \quad ( 2 4 )$$

【 0 1 0 8 】

式 ( 2 4 ) の K N O x N H 3 は、N O x 量を、その N O x を還元するために必要とされる NH<sub>3</sub> 量に変換するための所定変換係数であり、例えば「 0 . 5 3 」に設定される。したがって、三元触媒 7 の下流側に排出される N O x をすべて還元するために必要な NH<sub>3</sub> 量として、フィードフォワード NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 F F (n) が算出される。

【 0 1 0 9 】

ステップ S 8 1 では、推定 NH<sub>3</sub> ストレージ量 S T N H 3 (n) が推定 NH<sub>3</sub> ストレージ容量 S T N H 3 M A X (n) に維持されるように、最大量維持 NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 S T (n) を算出する。具体的には、S C R 触媒 8 の NH<sub>3</sub> ストレージ量が急激に増加すること ( S C R 触媒 8 の下流側における急激な NH<sub>3</sub> スリップの発生) を防止するために、I P 制御 ( 積分先行型比例積分制御 ) アルゴリズムを用いて、推定 NH<sub>3</sub> ストレージ量 S T N H 3 (n) が推定 NH<sub>3</sub> ストレージ容量 S T N H 3 M A X (n) と一致するように、最大量維持 NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 S T (n) を算出する。

【 0 1 1 0 】

I P 制御では、下記式 ( 2 5 ) 及び ( 2 6 ) により比例制御項 U P S T (n) 及び積分制御項 U I S T (n) を算出し、比例制御項 U P S T (n) 及び積分制御項 U I S T (n) の和として、最大量維持 NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 S T (n) を算出する ( 下記式 ( 2 7 ) )。

$$U P S T (n) = K P S T \times S T N H 3 (n) \quad ( 2 5 )$$

【 数 3 】

$$U I S T (n) = K I S T \times \sum_{i=0}^n \sigma (S T N H 3 (i) - S T N H 3 M A X (i)) \quad ( 2 6 )$$

$$G N H 3 S T (n) = U P S T (n) + U I S T (n) \quad ( 2 7 )$$

【 0 1 1 1 】

式 ( 2 5 ) の K P S T 及び式 ( 2 6 ) の K I S T は、それぞれ所定の比例制御項ゲイン及び積分制御項ゲインである。

【 0 1 1 2 】

ステップ S 8 2 では、図 1 8 に示す F A F C 設定処理を実行し、燃料カット後 NH<sub>3</sub> 噴射フラグ F A F C の設定を行う。図 1 8 のステップ S 2 0 1 では、燃料カットフラグ F F C (n) が「 1 」であるか否かを判別し、その答が肯定 ( Y E S ) であるときは、燃料カット後 NH<sub>3</sub> 噴射フラグ F A F C (n) を「 1 」に設定する (ステップ S 2 0 4 )。

【 0 1 1 3 】

ステップ S 2 0 1 の答が否定 ( N O ) であるときは、O<sub>2</sub> センサ出力 V O 2 が NH<sub>3</sub> 噴射停止閾値 V O 2 J D 以上であるか否かを判別する (ステップ S 2 0 2 )。この答が肯定 ( Y E S ) であるときは、燃料カット後 NH<sub>3</sub> 噴射フラグ F A F C (n) を「 0 」に設定する (ステップ S 2 0 3 )。ステップ S 2 0 2 の答が否定 ( N O ) であるときは処理を終了する。

【 0 1 1 4 】

図 1 8 に処理により、燃料カット後 NH<sub>3</sub> 噴射フラグ F A F C は、燃料カット運転中及び燃料カット運転終了後、O<sub>2</sub> センサ出力 V O 2 が NH<sub>3</sub> 噴射停止閾値 V O 2 J D 以上となるまで「 1 」に設定される。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 1 5 】

図 1 6 に戻り、ステップ S 8 3 では、燃料カットフラグ F F C (n) が「 1 」であるか否かを判別し、その答が肯定 ( Y E S ) であるときは、NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 (n) を「 0 」に設定し ( ステップ S 9 0 )、NH<sub>3</sub> の噴射を停止する。ステップ S 8 3 の答が否定 ( N O ) であるときは、燃料カット後 NH<sub>3</sub> 噴射フラグ F A F C (n) が「 1 」であるか否かを判別する ( ステップ S 8 4 )。この答が肯定 ( Y E S ) であるときは、NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 (n) をフィードフォワード NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 F F (n) に設定する。燃料カット運転終了直後のリッチ移行期間において、三元触媒 7 の下流側に排出される NO<sub>x</sub> を還元するために必要な NH<sub>3</sub> 量が供給され、燃料カット終了直後における NO<sub>x</sub> 排出量の増加を防止することができる。また燃料カット運転中は、NH<sub>3</sub> の噴射を停止することにより、NH<sub>3</sub> の消費量を低減することができる。

10

## 【 0 1 1 6 】

ステップ S 8 4 の答が否定 ( N O ) であるときは、図 1 7 に示す G N H 3 F B 算出処理を実行し、検出される NH<sub>3</sub> 濃度 N H 3 C O N S が目標 NH<sub>3</sub> 濃度 N H 3 C O N S T R G T (例えば 5 p p m 相当の値) と一致するようにフィードバック NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 F B を算出する ( ステップ S 8 6 )。

## 【 0 1 1 7 】

ステップ S 8 7 では、基本目標当量比 K C M D B S (k) が「 1 . 0 」より小さいか否かを判別し、その答が否定 ( N O ) であるときは、リーン運転後 NH<sub>3</sub> 噴射フラグ F A F T L E A N (n) が「 1 」であるか否かを判別する ( ステップ S 8 8 )。リーン運転後 NH<sub>3</sub> 噴射フラグ F A F T L E A N (n) は、図 1 7 の処理で設定され ( ステップ S 9 1 , S 9 2 , S 9 5 ~ S 9 8 )、リーン運転終了直後において NH<sub>3</sub> の噴射を実行するとき、すなわちリッチ移行期間において「 1 」に設定される。

20

## 【 0 1 1 8 】

ステップ S 8 7 または S 8 8 の答が肯定 ( Y E S ) であるときは、NH<sub>3</sub> 噴射を実行するので、フィードフォワード NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 F F (n)、最大量維持 NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 S T (n)、及びフィードバック NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 F B (n) を下記式 ( 2 8 ) に適用し、NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 (n) を算出する ( ステップ S 8 9 )。

$$G N H 3 (n) = G N H 3 F F (n) + G N H 3 S T (n) + G N H 3 F B (n) \quad ( 2 8 )$$

## 【 0 1 1 9 】

一方ステップ S 8 8 の答が否定 ( N O ) であるときは、ステップ S 9 0 に進み、NH<sub>3</sub> 噴射量 G N H 3 (k) を「 0 」に設定する。

30

## 【 0 1 2 0 】

図 1 7 は、図 1 6 のステップ S 8 6 で実行される G N H 3 F B 算出処理のフローチャートである。

ステップ S 9 1 では、基本目標当量比の前回値 K C M D B S (k-1) が「 1 . 0 」より小さいか否かを判別し、その答が肯定 ( Y E S ) であるときは今回値 K C M D B S (k) が「 1 . 0 」以上であるか否かを判別する ( ステップ S 9 2 )。ステップ S 9 1 及び S 9 2 の答がともに肯定 ( Y E S ) であるとき、すなわちリーン運転の終了直後であるときは、リーン運転後 NH<sub>3</sub> 噴射フラグ F A F T L E A N (n) を「 1 」に設定する ( ステップ S 9 5 )。その後ステップ S 9 9 に進む。

40

## 【 0 1 2 1 】

ステップ S 9 1 または S 9 2 の答が否定 ( N O ) であるときは、リーン運転後 NH<sub>3</sub> 噴射フラグの前回値 F A F T L E A N (n-1) が「 1 」であるか否かを判別する ( ステップ S 9 6 )。その答が肯定 ( Y E S ) であるときは、O<sub>2</sub> センサ出力 V O 2 が NH<sub>3</sub> 噴射停止閾値 V O 2 J D 以上であるか否かを判別する ( ステップ S 9 7 )。ステップ S 9 7 の答が肯定 ( Y E S ) であるとき、すなわち NH<sub>3</sub> 噴射継続中に O<sub>2</sub> センサ出力 V O 2 が NH<sub>3</sub> 噴射停止閾値 V O 2 J D に達すると、リーン運転後 NH<sub>3</sub> 噴射フラグ F A F T L E A N (n) を「 0 」に戻す ( ステップ S 9 8 )。これにより、リーン運転の終了直後のリッチ移行期間が終了し、NH<sub>3</sub> 噴射が停止される。

50

ステップS 9 6またはS 9 7の答が否定 ( N O ) であるときはステップS 9 9に進む。  
【 0 1 2 2 】

ステップS 9 9では、検出NH<sub>3</sub>濃度NH<sub>3</sub>CONS及び所定目標NH<sub>3</sub>濃度NH<sub>3</sub>CONSTRG Tを下記式( 2 9 )に適用して偏差ENH<sub>3</sub>(n)を算出し、偏差ENH<sub>3</sub>(n)を下記式( 3 0 )に適用して切換関数値 NH<sub>3</sub>(n)を算出する。式( 3 0 )のPOLENH<sub>3</sub>は、偏差ENH<sub>3</sub>の減衰特性を指定するための応答特性指定パラメータであり、「 - 1 」から「 0 」の間の値に設定される。

$$ENH_3(n) = NH_3CONS(n) - NH_3CONSTRG T \quad (29)$$

$$NH_3(n) = ENH_3(n) + POLENH_3 \times ENH_3(n-1) \quad (30)$$

【 0 1 2 3 】

ステップS 1 0 0では、切換関数値 NH<sub>3</sub>(n)を下記式( 3 1 )に適用し、到達則制御項URCHNH<sub>3</sub>(n)を算出する。式( 3 1 )のKRCHNH<sub>3</sub>は、所定値に設定される到達則制御ゲインである。

$$URCHNH_3(n) = KRCHNH_3 \times NH_3(n) \quad (31)$$

【 0 1 2 4 】

次のステップS 1 0 1では、基本目標当量比KCMDBS(k)が「 1 . 0 」より小さいか否かを判別し、その答が否定 ( N O ) であるときは、リーン運転後NH<sub>3</sub>噴射フラグFAFTLEAN(n)が「 1 」であるか否かを判別する ( ステップS 1 0 2 ) 。

【 0 1 2 5 】

ステップS 1 0 1またはS 1 0 2の答が肯定 ( Y E S ) であるときは、NH<sub>3</sub>噴射を実行するので、切換関数値 NH<sub>3</sub>(n)を下記式( 3 2 )に適用し、適応則制御項UADPNH<sub>3</sub>(n)を算出する ( ステップS 1 0 3 ) 。

【 数 4 】

$$UADPNH_3(n) = KADPNH_3 \times \sum_{i=0}^n \sigma NH_3(i) \quad (32)$$

一方ステップS 1 0 2の答が否定 ( N O ) であるときは、適応則制御項UADPNH<sub>3</sub>(n)を「 0 」に設定する ( ステップS 1 0 4 ) 。

【 0 1 2 6 】

ステップS 1 0 5では、到達則制御項URCHNH<sub>3</sub>(n)及び適応則制御項UADPNH<sub>3</sub>(n)を下記式( 3 3 )に適用し、フィードバックNH<sub>3</sub>噴射量GNH<sub>3</sub>FB(n)を算出する。

$$GNH_3FB(n) = URCHNH_3(n) + UADPNH_3(n) \quad (33)$$

【 0 1 2 7 】

図 1 9 は、燃料噴射制御処理の全体構成を示すフローチャートであり、この処理はECU 1 0 のCPUでTDCパルスの発生に同期して実行される。

【 0 1 2 8 】

ステップS 1 1 1では、吸気制御装置正常フラグFDBWOKが「 1 」であるか否かを判別する。吸気制御装置正常フラグFDBWOKは、スロットル弁 3 及びアクチュエータ 4 を含む吸気制御装置が正常であるとき「 1 」に設定される。ステップS 1 1 1の答が否定 ( N O ) であって故障が検出されているときは、燃料噴射量GFUELをフェールセーフ所定値GFFSに設定する ( ステップS 1 1 2 ) 。

【 0 1 2 9 】

ステップS 1 1 1の答が肯定 ( Y E S ) であるときは、エンジン回転数NE及び要求トルクTRQRQに応じて要求燃料量GFUELCMDを算出し ( ステップS 1 1 3 ) 、次いでLAFセンサ正常フラグFLAFSOKが「 1 」である否かを判別する ( ステップS 1 1 4 ) 。LAFセンサ正常フラグFLAFSOKは、LAFセンサ 1 4 が正常であるとき「 1 」に設定される。ステップS 1 1 4の答が否定 ( N O ) であるときは、空燃比補正係数KAFを「 1 . 0 」に設定し ( ステップS 1 1 5 ) 、ステップS 1 2 5に進む。

10

20

30

40

50

## 【0130】

ステップS114の答が肯定(Y E S)であるときは、図7の処理により修正目標当量比K C M D B S M O Dを算出し(ステップS116)、次いでS C R触媒正常フラグF S C R C O Kが「1」であるか否かを判別する(ステップS117)。S C R触媒正常フラグF S C R C O Kは、S C R触媒8が正常であるとき「1」に設定され、S C R触媒8が異常劣化していると判定されると「0」に設定される。

## 【0131】

ステップS117の答が否定(N O)であって、S C R触媒8が異常劣化していると判定されているときは、修正目標当量比K C M D B S M O Dについて「1.0」を下限值とするリミット処理を行い(ステップS118)、ステップS119に進む。ステップS117の答が肯定(Y E S)であるときは直ちにステップS119に進む。

10

## 【0132】

ステップS119では、式(8)により、要求吸気量G C Y L C M Dを算出し、検出吸気量G C Y L A C Tが要求吸気量G C Y L C M Dと一致するようにスロットル弁3の目標開度T H C M Dを算出する。ステップS120では、三元触媒正常フラグF T W C O Kが「1」であるか否かを判別する。三元触媒正常フラグF T W C O Kは、三元触媒7が正常であるとき「1」に設定され、三元触媒7が異常劣化していると判定されると「0」に設定される。

## 【0133】

ステップS120の答が肯定(Y E S)であるときは、O2センサ正常フラグF O 2 S O Kが「1」であるか否かを判別する(ステップS121)。O2センサ正常フラグF S C R C O Kは、O2センサ15が正常であるとき「1」に設定され、O2センサ15の故障が検出されると「0」に設定される。ステップS120またはS121の答が否定(N O)であるときは、目標当量比修正量D K C M Dを「0」に設定する(ステップS122)。ステップS121の答が肯定(Y E S)であるときは、図9の処理により、O2センサ出力V O 2が目標O2センサ出力V O 2 T R G Tに一致するように目標当量比修正量D K C M Dを算出する(ステップS123)。

20

## 【0134】

ステップS124では、上述した式(1)により目標当量比K C M Dを算出し、式(2)~(6)により空燃比補正係数K A Fを算出する。ステップS125では上述した式(7)により燃料噴射量G F U E Lを算出する。

30

## 【0135】

図21は、NH3噴射制御処理の全体構成を示すフローチャートであり、この処理はE C U 1 0のC P Uで所定時間(T N H 3)毎に実行される。

ステップS131では、NH3噴射装置正常フラグF N H 3 I N J O Kが「1」であるか否かを判別する。NH3噴射装置正常フラグF N H 3 I N J O Kは、NH3噴射弁21、NH3貯蔵部22などからなるNH3噴射装置が正常であるとき「1」に設定され、故障(例えば、NH3噴射弁21、NH3生成ヒータ(図示せず)などの故障)が検出されているとき「0」に設定される。ステップS131の答が肯定(Y E S)であるときは、S C R触媒正常フラグF S C R C O Kが「1」であるか否かを判別する(ステップS132)。ステップS131またはS132の答が否定(N O)であるときは、NH3噴射量G N H 3を「0」に設定するとともに、リーン運転許可フラグF L E A N O Kを「0」に設定する(ステップS140, S141)。

40

## 【0136】

ステップS132の答が肯定(Y E S)であるときは、NH3残存フラグF N H 3 R S Dが「1」であるか否かを判別する(ステップS133)。NH3残存フラグF N H 3 R S Dは、NH3貯蔵部22にNH3が残存しているとき「1」に設定される。ステップS133の答が否定(N O)であるときは、音声及び/または表示によって運転者に警告する(ステップS134)。その後、ステップS140に進む。

## 【0137】

50

ステップS133の答が肯定(Y E S)であるときは、センサOKフラグF S N S O Kが「1」であるか否かを判別する(ステップS135)。センサOKフラグF S N S O Kは、上述したセンサ(L A Fセンサ14、O2センサ15、S C R温度センサ16、N H 3濃度センサ17)がすべて正常であるとき「1」に設定され、いずれかの故障が検出されると「0」に設定される。ステップS135の答が肯定(Y E S)であるときは、N H 3濃度センサ活性化フラグF N H 3 S A C Vが「1」であるか否かを判別する(ステップS136)。N H 3濃度センサ活性化フラグF N H 3 S A C Vは、N H 3濃度センサ17が活性化しているとき「1」に設定される。ステップS136の答が肯定(Y E S)であるときは、S C R触媒活性化フラグF S C R C A C Vが「1」であるか否かを判別する(ステップS137)。S C R触媒活性化フラグF S C R C A C Vは、S C R触媒8が活性化しているとき「1」に設定される。

10

## 【0138】

ステップS135～S137の何れかの答が否定(N O)であるときは、ステップS140に進み、すべて肯定(Y E S)であるときは、図16の処理によりN H 3噴射量G N H 3を算出する(ステップS138)。次いで図14の処理によりリーン運転許可フラグF L E A N O Kの設定を行う(ステップS139)。

## 【0139】

以上のように本実施形態では、ストイキ運転からリーン運転に移行するときは、リーン運転実行条件が成立した時点からリーン移行期間(図2,  $t_2 \sim t_3$ )内は、目標当量比K C M Dが「1.0」より大きな値に設定され(空燃比が理論空燃比よりリッチ側のリッチ空燃比に制御され)、リーン移行期間経過後にリーン空燃比相当の値に変更される。N H 3の供給が開始されるとS C R触媒8によって直ちに必要なN O x浄化率が得られるわけではなく、N H 3供給開始時点から少し遅れて必要なN O x浄化率が得られる。したがって、リーン移行期間内において空燃比をリッチ空燃比に制御することにより、三元触媒7においてN H 3を生成し、S C R触媒8のN O x浄化率を高めることができる。その結果、空燃比をリーン空燃比に切り換えた直後におけるN O x排出量の増加を抑制することができる。

20

## 【0140】

またストイキ運転を行うときは、O2センサ出力V O 2がストイキ目標値V O 2 S Tとなるように、目標当量比修正量D K C M Dによる目標当量比K C M Dの修正が行われ、リーン移行期間内は、O2センサ出力V O 2がストイキ目標値V O 2 S Tに対応する空燃比よりリッチ側の空燃比に対応するN H 3生成目標値V O 2 N H 3となるように空燃比制御が行われる。したがって、リーン移行期間中に三元触媒7においてN H 3が生成され、S C R触媒8に供給されるので、N H 3噴射量G N H 3を低減し、N H 3の補給頻度を大幅に低減することができる。またO2センサ出力V O 2に応じた空燃比制御が行われるため、空燃比を過度にリッチ化することがなく、リーン移行期間中において三元触媒7の排気浄化性能の低下を抑制し、良好な排気特性を維持することができる。

30

## 【0141】

またリーン移行期間内においてN H 3噴射弁21によるN H 3の噴射が行われるので、S C R触媒8のN O x浄化率をリーン運転開始当初において必要なレベルに高めることができ、空燃比をリーン空燃比に切り換えた直後におけるN O x排出量の増加を抑制することができる。

40

## 【0142】

またリーン移行期間は、S C R触媒8におけるN H 3ストレージ量の推定値である推定N H 3ストレージ量S T N H 3がリーン切換判定閾値S T N H 3 S Lに達したときに終了するので、空燃比をリーン空燃比に切り換えた直後におけるN O x排出量をより確実に抑制することができる。

## 【0143】

またリーン切換判定閾値S T N H 3 S Lは、S C R触媒8に貯蔵可能な最大N H 3量である推定N H 3ストレージ容量S T N H 3 M A Xの15%以上の値に設定される。S C R

50

触媒 8 は、 $\text{NH}_3$  ストレージ量がストレージ容量（最大ストレージ量）の 15% 以上となると、必要な  $\text{NO}_x$  浄化率が得られるので、リーン切替判定閾値  $\text{STNH}_3\text{SL}$  を推定  $\text{NH}_3$  ストレージ容量  $\text{STNH}_3\text{MAX}$  の 15% 以上の値に設定することにより、リーン運転開始当初において必要な  $\text{NO}_x$  浄化率を確実に得ることができる。また実際のストレージ容量は、SCR 触媒温度  $\text{TSCR}$  に依存して変化するが、SCR 触媒温度  $\text{TSCR}$  に応じて算出される推定  $\text{NH}_3$  ストレージ容量  $\text{STNH}_3\text{MAX}$  に対する比率でリーン切替判定閾値  $\text{STNH}_3\text{SL}$  を設定することにより、SCR 触媒温度  $\text{TSCR}$  が変化しても良好な浄化率を得ることができる。

#### 【0144】

またリーン移行期間経過後は目標当量比  $\text{KCMD}$  を徐々にリーン空燃比相当値に移行させるように制御される。この制御は、具体的には以下のようにして達成される。

本実施形態では、要求燃料量  $\text{GFUELCMD}$  を修正目標当量比  $\text{KCMDBSMOD}$  で除算することにより、要求吸気量  $\text{GCYLCMD}$  が算出され（式（8））、検出吸気量  $\text{GCYLACTION}$  が要求空燃比  $\text{GCYLCMD}$  と一致するようにスロットル弁開度  $\text{TH}$  が制御される。修正目標当量比  $\text{KCMDBSMOD}$  は、空燃比を切り換えるときにステップ状に変化することがあるため（図 2，時刻  $t_3$  参照）、要求吸気量  $\text{GCYLCMD}$  はステップ状に変化する可能性がある。

#### 【0145】

ところが、本実施形態では目標空燃比に相当する目標当量比  $\text{KCMD}$  は、上記式（1）により算出され、式（1）の検出吸気量  $\text{GCYLACTION}$  は、要求吸気量  $\text{GCYLCMD}$  に対して遅れを伴うため徐々に（連続的に）変化する。また、式（1）の燃料噴射量  $\text{GFUEL}$  は、要求燃料量  $\text{GFUELCMD}$  と空燃比補正係数  $\text{KAF}$  の積として算出され（式（7））、要求燃料量  $\text{GFUELCMD}$  及び空燃比補正係数  $\text{KAF}$  はともに徐々に変化するため、燃料噴射量  $\text{GFUEL}$  も徐々に変化する。したがって、目標当量比  $\text{KCMD}$  は徐々に変化する（ステップ状に変化することがない）ので、従来のように空燃比をステップ状に変化させることによるトルク変動がなく、運転性を向上させることができる。

#### 【0146】

また SCR 触媒 8 の下流側において検出される  $\text{NH}_3$  濃度  $\text{NH}_3\text{CONS}$  が「0」より大きい所定目標  $\text{NH}_3$  濃度  $\text{NH}_3\text{CONSTRTGT}$  となるように  $\text{NH}_3$  噴射量  $\text{GNH}_3$  が算出されるので、リーン運転中及びリッチ移行期間における SCR 触媒 8 の  $\text{NH}_3$  ストレージ量を常に最大値に維持することができる。その結果、例えばリーン運転とストイキ運転の切替が頻繁に実行されるような運転状態では、リーン移行期間を短縮することができ、リーン運転時間の拡大による燃費向上効果が得られる。

#### 【0147】

またリーン運転または燃料カット運転の終了時点からリッチ移行期間（図 2， $t_5 \sim t_6$ ）において  $\text{NH}_3$  の噴射が行われる（図 16、ステップ  $S_{83} \sim S_{85}$ ， $S_{88}$ ， $S_{89}$ 、図 17、ステップ  $S_{91}$ ， $S_{92}$ ， $S_{95} \sim S_{98}$ ）。したがって、リーン運転中または燃料カット運転中に三元触媒 7 の酸素貯蔵量が多くなって  $\text{NO}_x$  浄化率が低下していても、リッチ移行期間中は SCR 触媒 8 によって  $\text{NO}_x$  浄化が行われるので、リーン運転または燃料カット運転終了直後においても  $\text{NO}_x$  排出量の低減効果を維持することができる。

#### 【0148】

またリッチ移行期間は、三元触媒 7 の下流側に設けられた  $\text{O}_2$  センサ出力  $\text{VO}_2$  が  $\text{NH}_3$  噴射閾値  $\text{VO}_2\text{JD}$  に達した時点、すなわち三元触媒 7 の  $\text{NO}_x$  浄化率が確実に回復した時点で  $\text{NH}_3$  の噴射が終了するので、 $\text{NO}_x$  排出量の増加を確実に防止できる。

#### 【0149】

本実施形態では、三元触媒 7 が第 1 の触媒に相当し、SCR 触媒 8 が第 2 の触媒に相当し、 $\text{NH}_3$  噴射弁 2 1 及び  $\text{NH}_3$  貯蔵部 2 2 が還元剤供給手段の一部を構成し、燃料噴射弁 5 が空燃比制御手段の一部を構成し、ECU 10 が還元剤供給手段の一部、空燃比制御手段の一部、判定手段、及び推定還元剤貯蔵量算出手段を構成する。具体的には、図 5 に

10

20

30

40

50

示す燃料噴射制御モジュールが空燃比制御手段に相当し、図5の基本目標当量比算出部31が判定手段に相当し、図10に示すNH<sub>3</sub>噴射制御モジュールが還元剤供給手段に相当する。

#### 【0150】

なお本発明は上述した実施形態に限るものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上述した実施形態では、リーン移行期間においてのみO<sub>2</sub>センサ出力VO<sub>2</sub>をNH<sub>3</sub>生成目標値VO<sub>2</sub>NH<sub>3</sub>に制御するNH<sub>3</sub>生成制御を実行しているが、基本目標当量比KCMBDSが「1.0」であるストイキ運転中は常にNH<sub>3</sub>生成制御を実行するようにしてもよい。そのような制御により、ストイキ運転が行われるときに生成されるNH<sub>3</sub>がSCR触媒8に貯蔵され、推定NH<sub>3</sub>ストレージ量STNH<sub>3</sub>に反映される。したがって、リーン運転実行条件成立時点（基本目標当量比KCMBDSが「1.0」より小さくなった時点）で、推定NH<sub>3</sub>ストレージ量STNH<sub>3</sub>がリーン切換判定閾値STNH<sub>3</sub>SLに達しているときは、直ちにリーン運転に移行可能である。また推定NH<sub>3</sub>ストレージ量STNH<sub>3</sub>がリーン切換判定閾値STNH<sub>3</sub>SLより小さい場合でも、不足分が貯蔵された時点で移行可能となる。その結果、NH<sub>3</sub>供給量を低減し、NH<sub>3</sub>の補給頻度を大幅に低減することができる。

10

#### 【0151】

また上述した実施形態では、目標当量比修正量DKCMD、空燃比補正係数KAF、及びフィードバックNH<sub>3</sub>噴射量GNH<sub>3</sub>FBの算出には、スライディングモード制御アルゴリズムを適用したが、これに限るものではなく、公知の他のフィードバック制御アルゴリズム、例えばPID（比例積分微分）制御アルゴリズム、適応制御アルゴリズム、モデル予測制御アルゴリズムなどが適用可能である。また最大量維持NH<sub>3</sub>噴射量GNH<sub>3</sub>STの算出にはIP制御アルゴリズムを適用したが、これに限るものではなく、上記したような他の公知のフィードバック制御アルゴリズムが適用可能である。

20

#### 【0152】

また上述した実施形態では、NH<sub>3</sub>（ガス）を還元剤として排気通路に噴射するようにしたが、尿素水溶液を噴射するようにしてもよい。

また上述した実施形態では、SCR触媒8の下流側にもSCR触媒9を配置したが、SCR触媒9に代えて、酸化触媒あるいは三元触媒を配置してもよい。あるいは、SCR触媒9の一部（下流側端部）を、酸化触媒あるいは三元触媒に変更するようにしてもよい。

30

#### 【0153】

また本発明は、エンジンの燃焼室内に燃料を直接噴射する直噴エンジンの排気浄化装置、あるいはクランク軸を鉛直方向とした船外機などのような船舶推進機用エンジンなどの排気浄化装置にも適用が可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【0154】

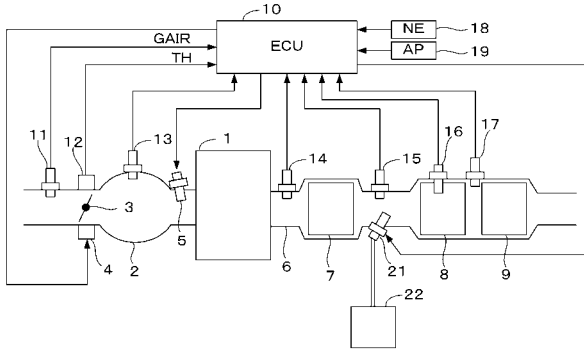
- 1 内燃機関
- 2 吸気通路
- 3 スロットル弁
- 5 燃料噴射弁（空燃比制御手段）
- 6 排気通路
- 7 三元触媒（第1の触媒）
- 8 選択還元触媒（第2の触媒）
- 10 電子制御ユニット（還元剤供給手段、空燃比制御手段、判定手段）
- 14 リニア空燃比センサ
- 15 二値型酸素濃度センサ
- 16 SCR温度センサ
- 17 NH<sub>3</sub>濃度センサ（還元剤濃度センサ）
- 21 NH<sub>3</sub>噴射弁（還元剤供給手段）
- 22 NH<sub>3</sub>貯蔵部（還元剤供給手段）

40

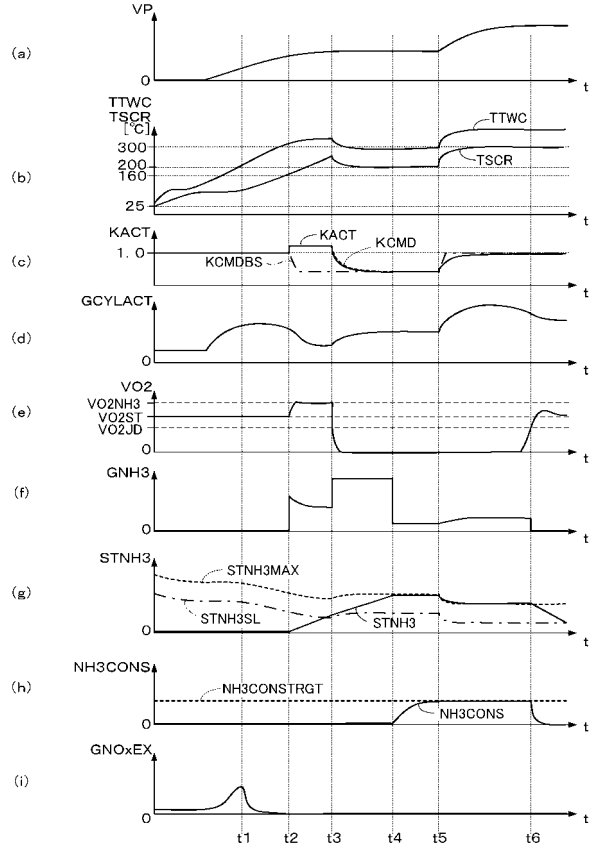
50



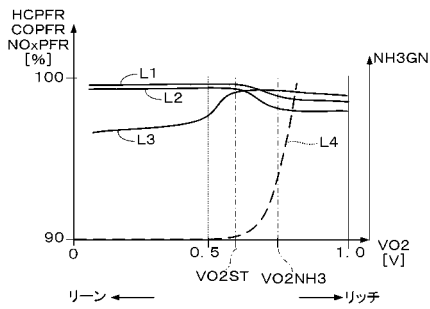
【図1】



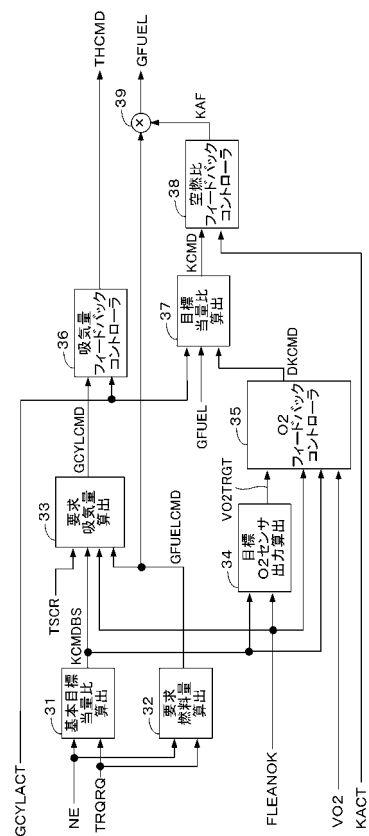
【図2】



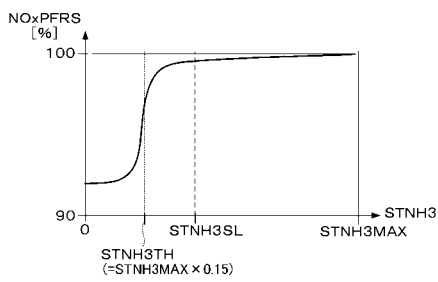
【図3】



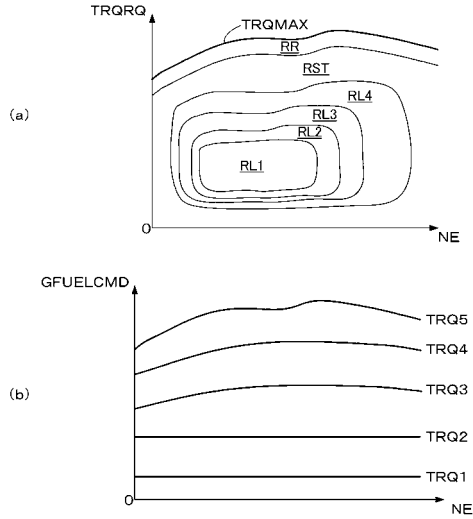
【図5】



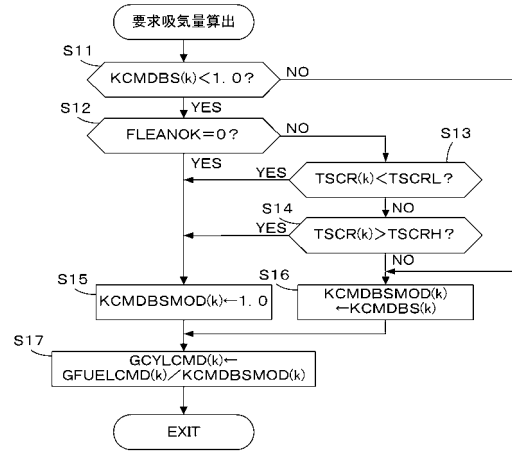
【図4】



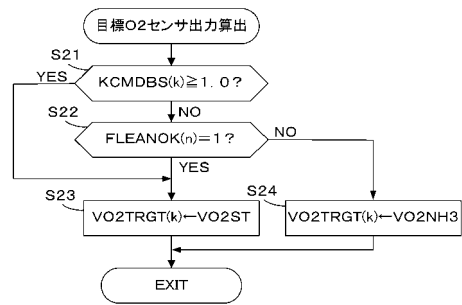
【図6】



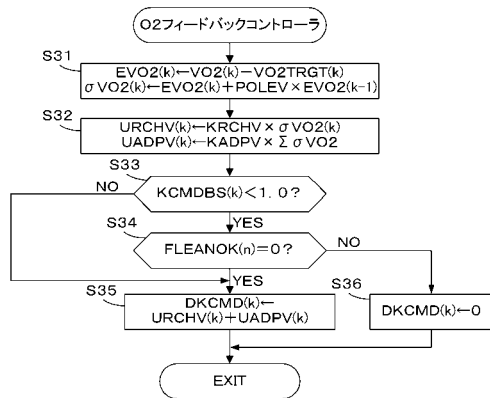
【図7】



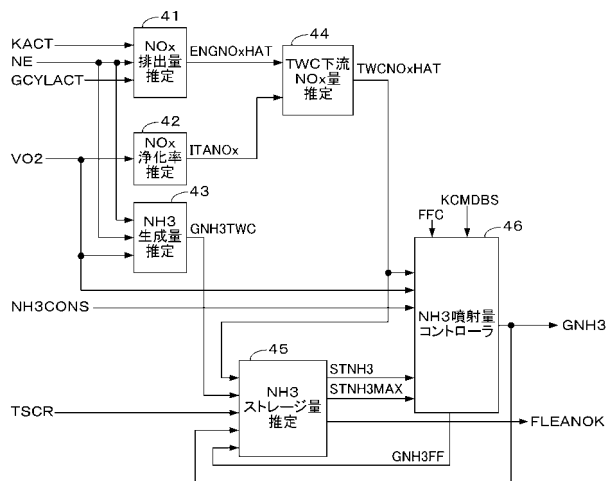
【図8】



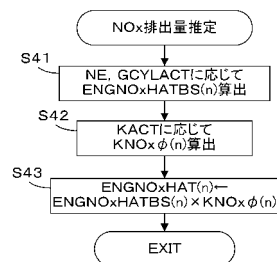
【図9】



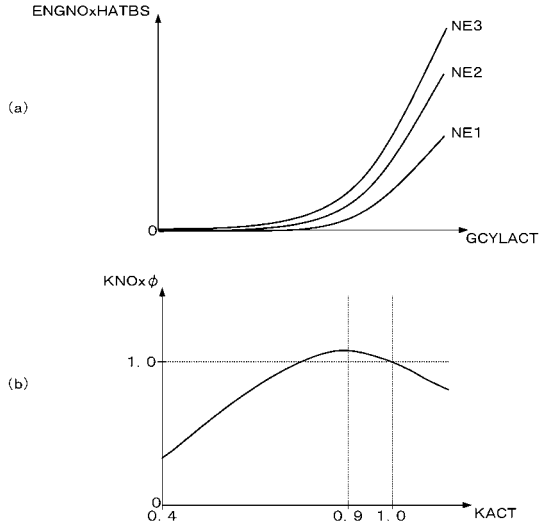
【図10】



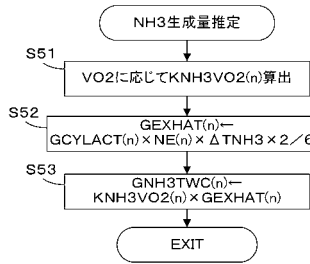
【図11】



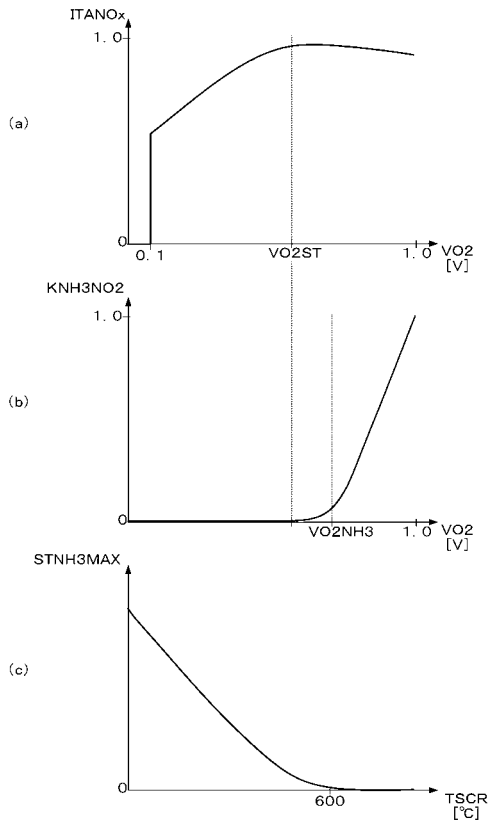
【図12】



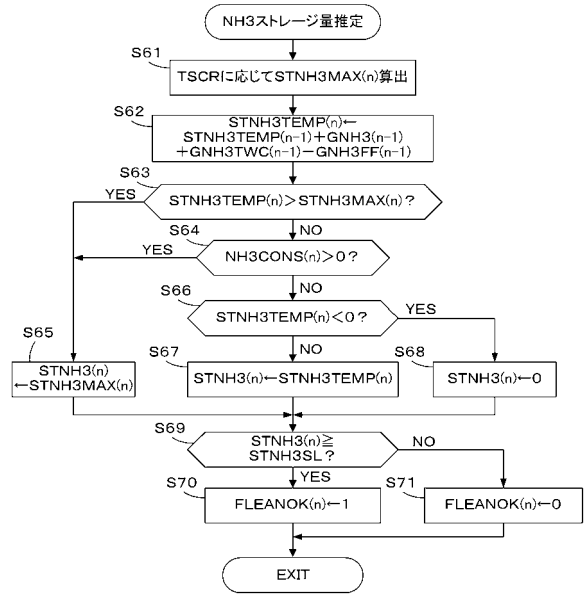
【図13】



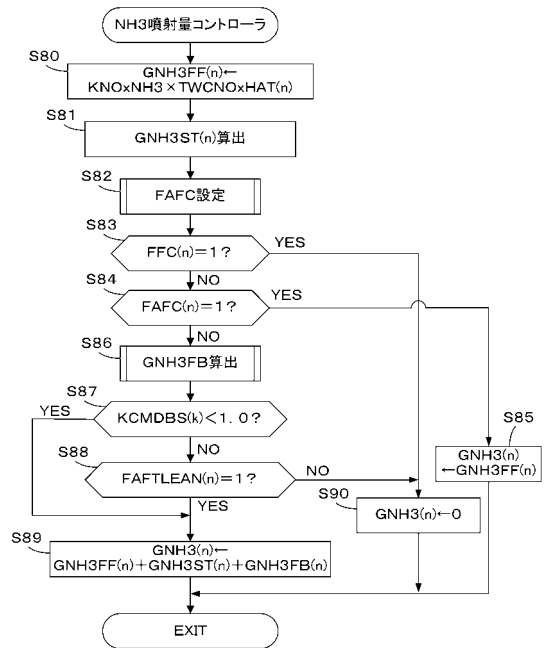
【図15】



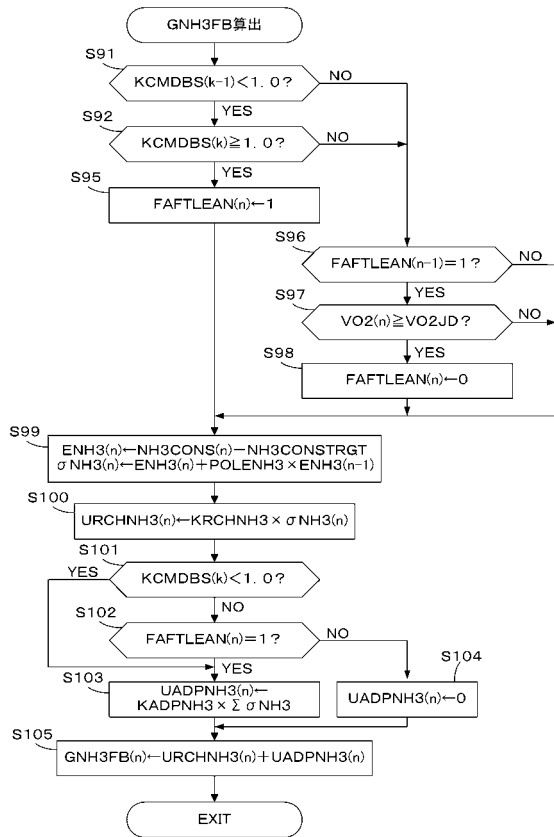
【図14】



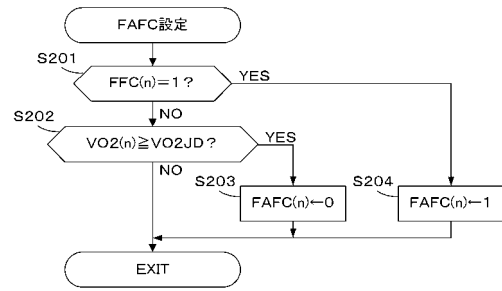
【図16】



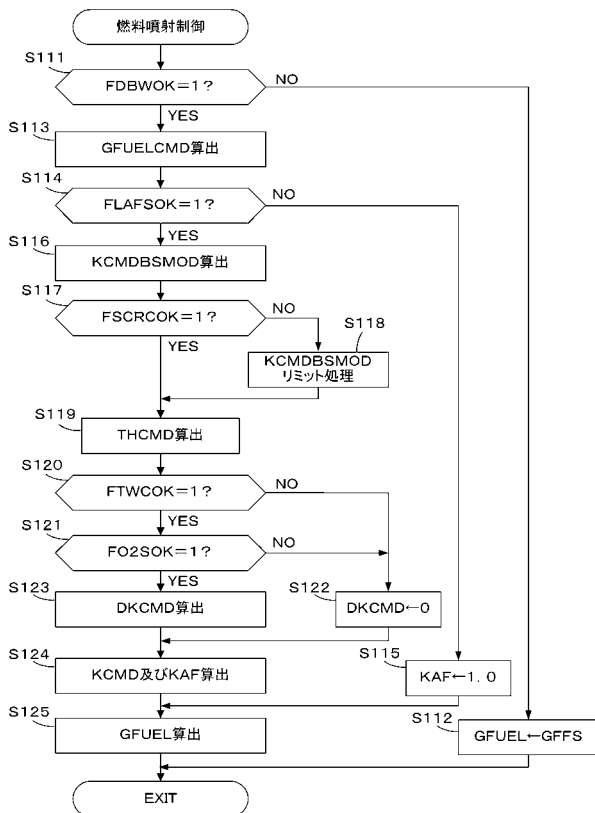
【図17】



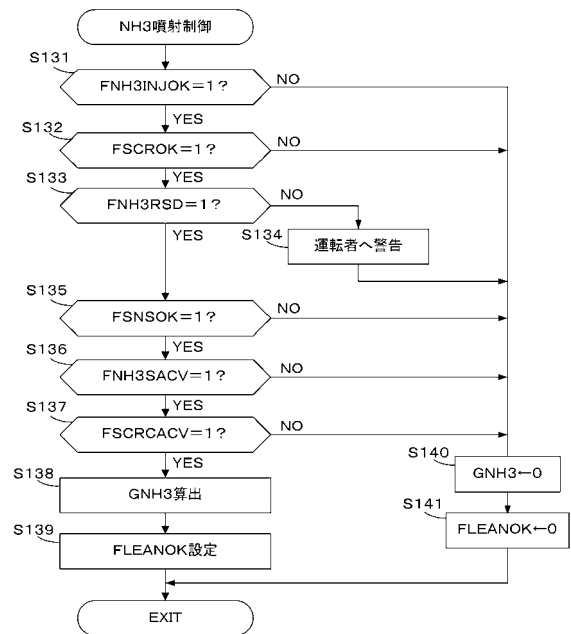
【図18】



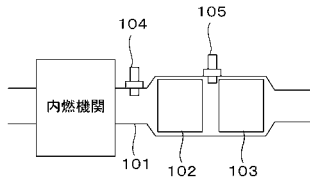
【図19】



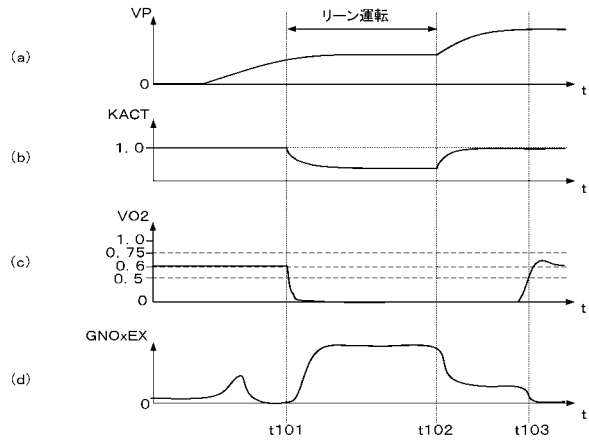
【図20】



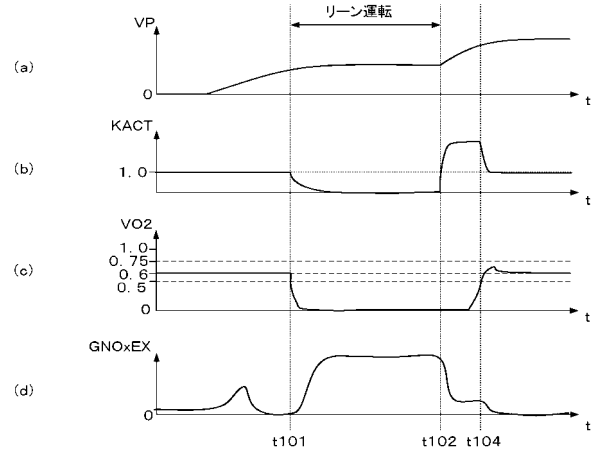
【図21】



【図22】



【図23】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 0 2 D 43/00 3 0 1 E

(56)参考文献 特開2007-192058(JP,A)  
特開平07-088331(JP,A)  
特開昭59-007741(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F 0 1 N 3 / 0 2 - 3 / 3 8