

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-40173  
(P2017-40173A)

(43) 公開日 平成29年2月23日(2017.2.23)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**FO2M 26/00 (2016.01)** FO2M 25/07 550F 3G062  
 FO2M 25/07 550N

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2015-160647 (P2015-160647)	(71) 出願人	000000170 いすゞ自動車株式会社 東京都品川区南大井6丁目2番1号
(22) 出願日	平成27年8月17日(2015.8.17)	(74) 代理人	110001368 清流国際特許業務法人
		(74) 代理人	100129252 弁理士 昼間 孝良
		(74) 代理人	100155033 弁理士 境澤 正夫
		(74) 代理人	100138287 弁理士 平井 功
		(74) 代理人	100163061 弁理士 山田 祐樹

最終頁に続く

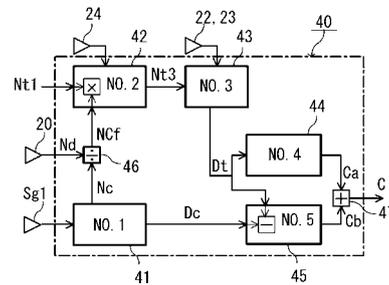
(54) 【発明の名称】 内燃機関のEGR制御システム、内燃機関、及び内燃機関のEGR制御方法

(57) 【要約】

【課題】エンジンの運転状態が定常状態のときでも過渡状態のときでも、制御のための演算を効率よく行いつつ、EGRバルブの開度の制御量の変動を抑えることができる内燃機関のEGR制御システム、内燃機関及び内燃機関のEGR制御方法を提供する。

【解決手段】吸気流量センサ21と排気ラムダセンサ24の検出値を使用してNOx濃度算出値Ncを算出して、NOx濃度センサ20の検出値であるNOx濃度検出値NdとNOx濃度算出値Ncの比であるNOx補正係数NCfを算出して、このNOx補正係数NCfを使用して気筒内酸素濃度目標値Dtを補正する際に、このNOx補正係数を移動平均処理で算出すると共に、この移動平均処理するためのサンプリング期間の長さやサンプリング間隔の少なくとも一方を内燃機関10の運転状態に応じて変更する。

【選択図】図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

EGR 通路に EGR バルブを有して構成される EGR システムを備えた内燃機関で、EGR の NOx 濃度目標値に対応する気筒内酸素濃度目標値に基づいて、前記 EGR バルブの開度を制御する内燃機関の EGR 制御システムにおいて、

吸気通路に吸気流量センサを、排気通路に排気ラムダセンサと NOx 濃度センサをそれぞれ設けると共に、

前記 EGR システムを制御する制御装置が、

吸気流量センサの検出値と排気ラムダセンサの検出値を使用して NOx 濃度算出値を算出して、NOx 濃度センサの検出値である NOx 濃度検出値と前記 NOx 濃度算出値の比である NOx 補正係数を算出して、該 NOx 補正係数を使用して前記気筒内酸素濃度目標値を補正する際に、

10

前記 NOx 補正係数を移動平均処理で算出すると共に、

前記 NOx 補正係数を移動平均処理するためのサンプリング期間の長さやサンプリング間隔の少なくとも一方を前記内燃機関の運転状態に応じて変更するように構成されたことを特徴とする内燃機関の EGR 制御システム。

## 【請求項 2】

前記 EGR システムを制御する制御装置が、

前記サンプリング期間の長さや前記サンプリング間隔の少なくとも一方をエンジン回転数及び負荷の組み合わせに応じて変更するように構成された請求項 1 に記載の内燃機関の EGR 制御システム。

20

## 【請求項 3】

前記 EGR システムを制御する制御装置が、

前記内燃機関のエンジン回転数が大きい程前記サンプリング期間の長さ若しくは前記サンプリング間隔を短くする制御と、

前記内燃機関の負荷が大きい程前記サンプリング期間の長さ若しくは前記サンプリング間隔を短くする制御のいずれか一方または両方を採用するように構成された請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の EGR 制御システム。

## 【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の EGR 制御システムを搭載したことを特徴とする内燃機関。

30

## 【請求項 5】

EGR 通路に EGR バルブを有して構成される EGR システムを備えた内燃機関で、EGR の NOx 濃度目標値に対応する気筒内酸素濃度目標値に基づいて、前記 EGR バルブの開度を制御する内燃機関の EGR 制御方法において、

前記 EGR システムの制御で、

吸気通路に設けた吸気流量センサの検出値と排気通路に設けた排気ラムダセンサの検出値を使用して NOx 濃度算出値を算出して、前記排気通路に設けた NOx 濃度センサの検出値である NOx 濃度検出値と前記 NOx 濃度算出値の比である NOx 補正係数を算出して、該 NOx 補正係数を使用して前記気筒内酸素濃度目標値を補正する際に、

40

前記 NOx 補正係数を移動平均処理で算出すると共に、

前記 NOx 補正係数を移動平均処理するためのサンプリング期間の長さやサンプリング間隔の少なくとも一方を前記内燃機関の運転状態に応じて変更することを特徴とする内燃機関の EGR 制御方法。

## 【請求項 6】

前記サンプリング期間の長さや前記サンプリング間隔の少なくとも一方をエンジン回転数及び負荷の組み合わせに応じて変更するように構成された請求項 5 に記載の内燃機関の EGR 制御方法。

## 【請求項 7】

前記内燃機関のエンジン回転数が大きい程前記サンプリング期間の長さ若しくは前記サ

50

ンプリング間隔を短くするか、

前記内燃機関の負荷が大きい程前記サンプリング期間の長さ若しくは前記サンプリング間隔を短くするかのいずれか一方または両方を採用する請求項5又は6に記載の内燃機関のEGR制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、EGR通路にEGRバルブを有して構成されるEGRシステムを備えた内燃機関で、気筒内酸素濃度に基づいてEGRバルブの開度を制御する内燃機関のEGR制御システム、内燃機関、及び内燃機関のEGR制御方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

一般的に、車両に搭載されるディーゼルエンジン等の内燃機関には、排気ガスに含まれる $\text{NO}_x$ （窒素酸化物）の濃度を一定濃度以下に制御するために、EGRシステムが備えられる。このEGRシステムは、図1に示すように、内燃機関10の排気通路13と吸気通路12を接続するEGR通路14と、このEGR通路14に設けられるEGRクーラー15、EGRバルブ16等により構成されるシステム1である。このEGRシステム1により、排気通路13を通過する排気ガスGの一部（EGRガス）Geを、EGR通路14を経由して吸気通路12に還流させて、新気Aと共に気筒11c内に供給することで、気筒11c内での燃焼温度を低下させ、排気ガスGに含まれる $\text{NO}_x$ の濃度を制御している。

20

【0003】

また、これに関連して、内燃機関の負荷にかかわらず低圧EGRの流量を一定となるようにフィードフォワード制御するとともに、排気中の酸素濃度が一定となるように、高圧EGRの流量をその目標値にフィードバック制御する内燃機関の排気還流制御装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

一方、発明者らは、図2に示すようなEGR制御システム40で、エンジン回転数及び燃料噴射量等のエンジン運転状態に基づいて算出される第1 $\text{NO}_x$ 目標値 $N_{t1}$ に、実際の排気ガスG中の $\text{NO}_x$ 濃度なるように、気筒内酸素濃度に基づいて、EGRバルブ16の開度を制御することを考えてきた。

30

【0005】

すなわち、EGRバルブ16の開度を制御する目標開度の制御量Cは、気筒内酸素濃度目標値 $D_t$ を基に第4制御部44のフィードフォワード制御で算出される基本制御量（プリ制御量） $C_a$ に、気筒内酸素濃度目標値 $D_t$ と、各種センサからの入力を基に算出される気筒内酸素濃度の計算値 $D_c$ との差（誤差） $D (= D_t - D_c)$ を基に第5制御部45のフィードバック制御（PID制御）で算出される補正制御量 $C_b$ を加算してバルブ制御量Cが算出される（ $C = C_a + C_b$ ）。

【0006】

40

より詳細に説明すると、吸気流量センサ21、吸気圧力センサ22、吸気温度センサ23などの吸気系センサ群 $S_g1$ と排気ラムダセンサ24などの排気系センサ群 $S_g2$ からの検出値を基に、第1制御部41で、 $\text{NO}_x$ 濃度算出値 $N_c$ が算出される。それと共に、 $\text{NO}_x$ 濃度検出値 $N_d$ を基本として $\text{NO}_x$ 濃度算出値 $N_c$ による算出値を補正する値を用いて、制御用の算出値を補正するとの考えに基づいて、 $\text{NO}_x$ 補正部46で、 $\text{NO}_x$ 濃度センサ20の検出値である $\text{NO}_x$ 濃度検出値 $N_d$ が入力され、この $\text{NO}_x$ 濃度検出値 $N_d$ と $\text{NO}_x$ 濃度算出値 $N_c$ とから $\text{NO}_x$ 補正係数（補正比率） $N_{cf} = N_d / N_c$ が算出される。

【0007】

一方、エンジン回転数及び燃料噴射量に基づいてマップデータを参照する等して、第1

50

NO<sub>x</sub>目標値N<sub>t1</sub>が算出され、この目標値N<sub>t1</sub>に対して、第2制御部42で、スモークリミットを考慮して第2NO<sub>x</sub>目標値N<sub>t2</sub>が算出され、更に、内燃機関の運転状態が定常状態であるときに、NO<sub>x</sub>補正係数NC<sub>f</sub>を乗じて、第3NO<sub>x</sub>目標値N<sub>t3</sub>(=N<sub>t2</sub>×NC<sub>f</sub>=N<sub>t2</sub>×Nd/N<sub>c</sub>)が算出される。また、内燃機関の運転状態が過渡状態であるときには、NO<sub>x</sub>補正係数NC<sub>f</sub>による補正を行わず、補正比率を1として、第3NO<sub>x</sub>目標値N<sub>t3</sub>が算出される(N<sub>t3</sub>=N<sub>t2</sub>×1=N<sub>t2</sub>)。

【0008】

この第3NO<sub>x</sub>目標値N<sub>t3</sub>に対して、第3制御部43で、気筒内酸素濃度目標値D<sub>t</sub>が算出され、第4制御部44でフィードフォワード制御(プリ制御)の目標値である基本制御量(プリ制御量)C<sub>a</sub>が算出される。それと共に、第5制御部45で、気筒内酸素濃度目標値D<sub>t</sub>と第1制御部41で算出された気筒内酸素濃度算出値D<sub>c</sub>とを入力して、フィードバック制御(PID制御)の目標値である補正制御量C<sub>b</sub>が算出される。加算部47で、この基本制御量C<sub>a</sub>と補正制御量C<sub>b</sub>とが加算されてバルブ制御量Cが算出される。このバルブ制御量CでEGRバルブ16の開度が調整制御される。

10

【0009】

そして、このEGR制御においては、NO<sub>x</sub>補正部46では、内燃機関の運転状態が定常状態であるときにおいて、NO<sub>x</sub>補正係数NC<sub>f</sub>の算出に、NO<sub>x</sub>濃度センサ20だけでなく、第1制御部41に入力される吸気流量センサ(MAFセンサ)21、吸気圧力センサ22、吸気温度センサ23、排気ラムダセンサ24等の各種センサの検出値が用いられる。

20

【0010】

そして、このNO<sub>x</sub>補正係数NC<sub>f</sub>の算出に際しては、予め設定した設定時間(サンプル時間)毎に、NO<sub>x</sub>補正係数NC<sub>f</sub>を算出し、この算出したNO<sub>x</sub>補正係数NC<sub>f</sub>を用いて、気筒内酸素濃度の目標値D<sub>t</sub>を算出して、EGRバルブ16の開度の制御量Cを算出している。

【0011】

しかしながら、NO<sub>x</sub>濃度検出値Ndは遅れ要素を含んだものであり、同時刻のNO<sub>x</sub>濃度算出値(モデル値)N<sub>c</sub>との比較では、真のNO<sub>x</sub>補正係数NC<sub>f</sub>が得られないという問題がある。すなわち、真のNO<sub>x</sub>補正係数NC<sub>f</sub>をリアルタイムに得ることができない。

30

【0012】

その結果、EGRバルブ16の動きによりNO<sub>x</sub>目標値自体が振動して、EGRバルブの開度の制御量の変動が大きくなってしまい、内燃機関の運転状態によっては、EGRハンチング(EGRバルブ16の開度が振動する目標開度に追従して振動が持続する現象)が発生するという問題があった。特に、EGRバルブ16の制御時の分解能が荒い場合に、このEGRハンチングが発生する可能性が高い。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特開2012-237290号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明は、上記のことを鑑みてなされたものであり、その目的は、EGR通路にEGRバルブを有して構成されるEGRシステムを備えた内燃機関で、排気通路に設けたNO<sub>x</sub>濃度検出装置の検出値と気筒内酸素濃度に基づいて、EGRバルブの開度を制御する内燃機関のEGRシステムに関し、エンジンの運転状態が定常状態で、算出されたNO<sub>x</sub>補正係数を使用して前記気筒内酸素濃度目標値を補正する際に、制御のための演算を効率よく行いつつ、EGRバルブの開度の制御量の変動を抑えることができ、EGRハンチングの発生を抑制することができる内燃機関のEGRシステム、内燃機関及び内燃機関のEGR

50

R方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記の目的を達成するための本発明の内燃機関のEGR制御システムは、EGR通路にEGRバルブを有して構成されるEGRシステムを備えた内燃機関で、EGRのNOx濃度目標値に対応する気筒内酸素濃度目標値に基づいて、前記EGRバルブの開度を制御する内燃機関のEGR制御システムにおいて、吸気通路に吸気流量センサを、排気通路に排気ラムダセンサとNOx濃度センサをそれぞれ設けると共に、前記EGRシステムを制御する制御装置が、吸気流量センサの検出値と排気ラムダセンサの検出値を使用してNOx濃度算出値を算出して、NOx濃度センサの検出値であるNOx濃度検出値と前記NOx濃度算出値の比であるNOx補正係数を算出して、該NOx補正係数を使用して前記気筒内酸素濃度目標値を補正する際に、前記NOx補正係数を移動平均処理で算出すると共に、前記NOx補正係数を移動平均処理するためのサンプリング期間の長さやサンプリング間隔の少なくとも一方を前記内燃機関の運転状態に応じて変更するように構成される。

10

【0016】

この構成によれば、NOx補正係数の変動幅を抑えることで、エンジンの運転状態が定常状態で、算出されたNOx補正係数を使用して前記気筒内酸素濃度目標値を補正する際に、制御のための演算を効率よく行いつつ、EGRバルブの開度の制御量の変動を抑えることができ、EGRハンチングの発生を抑制することができる。

【0017】

また、上記の内燃機関のEGR制御システムにおいて、前記EGRシステムを制御する制御装置が、前記サンプリング期間の長さや前記サンプリング間隔の少なくとも一方をエンジン回転数及び負荷の組み合わせに応じて変更するように構成され、さらには、前記EGRシステムを制御する制御装置が、前記内燃機関のエンジン回転数が大きい程前記サンプリング期間の長さ若しくは前記サンプリング間隔を短くする制御と、前記内燃機関の負荷が大きい程前記サンプリング期間の長さ若しくは前記サンプリング間隔を短くする制御のいずれか一方または両方を採用するように構成されると、定常状態におけるエンジンの運転状態の違いに応じたNOx補正係数の移動平均処理を行うことができるので、EGRバルブの開度の制御量の変動を抑えることができ、EGRハンチングの発生を抑制することができる。つまり、内燃機関のエンジン回転数が大きい程、また、内燃機関の負荷が大きい程、一般的にガス量の増加によりむだ時間が減少するため、サンプリング期間を短縮することが可能であり、このような定常状態におけるエンジンの運転状態の違いを把握して制御に反映することができる。

20

30

【0018】

そして、上記の内燃機関のEGR制御システムを搭載した内燃機関は、上記の内燃機関のEGR制御システムと同様の作用効果を奏することができる。

【0019】

また、上記の目的を達成するための本発明の内燃機関のEGR制御方法は、EGR通路にEGRバルブを有して構成されるEGRシステムを備えた内燃機関で、EGRのNOx濃度目標値に対応する気筒内酸素濃度目標値に基づいて、前記EGRバルブの開度を制御する内燃機関のEGR制御方法において、前記EGRシステムの制御で、吸気通路に設けた吸気流量センサの検出値と排気通路に設けた排気ラムダセンサの検出値を使用してNOx濃度算出値を算出して、前記排気通路に設けたNOx濃度センサの検出値であるNOx濃度検出値と前記NOx濃度算出値の比であるNOx補正係数を算出して、該NOx補正係数を使用して前記気筒内酸素濃度目標値を補正する際に、前記NOx補正係数を移動平均処理で算出すると共に、前記NOx補正係数を移動平均処理するためのサンプリング期間の長さやサンプリング間隔の少なくとも一方を前記内燃機関の運転状態に応じて変更することを特徴とする方法である。

40

【0020】

また、上記の内燃機関のEGR制御方法において、前記サンプリング期間の長さや前記

50

サンプリング間隔の少なくとも一方をエンジン回転数及び負荷の組み合わせに応じて変更する。さらには、前記内燃機関のエンジン回転数が大きい程前記サンプリング期間の長さ若しくは前記サンプリング間隔を短くするか、前記内燃機関の負荷が大きい程前記サンプリング期間の長さ若しくは前記サンプリング間隔を短くするかのいずれか一方または両方を採用する。

【0021】

これらの方法によれば、上記の内燃機関のEGR制御システムと同様の作用効果を奏することができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明の内燃機関のEGR制御システム、内燃機関、及び内燃機関のEGR制御方法によれば、エンジンの運転状態が定常状態で、算出されたNOx補正係数を使用して前記気筒内酸素濃度目標値を補正する際に、制御のための演算を効率よく行いつつ、EGRバルブの開度の制御量の変動を抑えることができ、EGRハンチングの発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明に係る実施の形態の内燃機関におけるEGRシステムの構成を模式的に示す図である。

【図2】本発明に係る実施の形態の内燃機関のEGR制御システムの構成を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明に係る実施の形態の内燃機関のEGR制御システム、内燃機関、及び内燃機関のEGR制御方法について、図面を参照しながら説明する。なお、本発明に係る実施の形態の内燃機関は、本発明に係る実施の形態の内燃機関のEGR制御システム40を備えて構成され、後述する内燃機関のEGR制御システム40が奏する作用効果と同様の作用効果を奏することができる。

【0025】

図1に示すように、本発明に係る実施の形態の内燃機関（以下エンジン）10は、EGRシステム1を備えて構成され、エンジン本体11と吸気通路12と排気通路13とEGR通路14を備えている。このEGR通路14は、排気通路13と吸気通路12とを接続して設けられ、上流側より順に、エンジン冷却水を冷却媒体とするEGRクーラー15、EGRバルブ16が設けられている。

【0026】

そして、大気から導入される新気Aが、必要に応じて、EGR通路14から吸気マニホールド11aに流入するEGRガスGeを伴って、気筒（シリンダ）11c内の燃焼室に送られ、燃焼室にて燃料噴射装置（図示しない）より噴射された燃料と混合圧縮されて、燃料が燃焼することで、エンジン10に動力を発生させる。そして、エンジン10で燃焼により発生した排気ガスGが、排気マニホールド11bから排気通路13に流出するが、その一部はEGR通路14にEGRガスGeとして流れ、残りの排気ガスGa（= G - Ge）は、排気浄化処理装置（図示しない）により浄化処理された後、マフラー（図示しない）を經由して大気へ放出される。

【0027】

また、吸気通路12には、吸気系センサ群Sg1を構成する、吸気流量を検出する吸気流量センサ（MAFセンサ）21、吸気圧力を検出する吸気圧力センサ22及び吸気温度を検出する吸気温度センサ23が設けられるとともに、排気通路13には、排気系センサ群Sg2を構成する、排気ガス中のNOx濃度を検出するNOx濃度センサ20と、排気の空気過剰率を検出する排気ラムダセンサ（排気空気過剰率センサ）24が設けられる。これらのセンサ20～24の信号は、予め設定された制御時間毎に、後述する制御装置3

10

20

30

40

50

0 に送信される。

【0028】

また、本発明の内燃機関のEGRシステム1を制御するEGR制御システム40のための制御装置30が備えられる。この制御装置30は、上記の吸気系センサ群Sg1のセンサ21～23と、上記の排気系センサ群Sg2のセンサ20、24より送信された信号に基づいて、予め設定された制御時間毎に、センサ21～24の検出値を算出するとともに、必要な検出値のデータを記憶する。この制御装置30は、通常は、エンジン10の運転状態全般を制御するエンジンコントロールユニット(ECU)に組み込まれるが、独立して設けてもよい。

【0029】

ここで、EGRバルブ16の開度を制御する目標開度の制御量Cは、気筒内酸素濃度目標値Dtを基に第4制御部44のフィードフォワード制御で算出される基本制御量(プリ制御量)Caに、気筒内酸素濃度目標値Dtと、各種センサからの入力を基に算出される気筒内酸素濃度の計算値Dcとの差(誤差)  $D (= D_t - D_c)$  を基に第5制御部45のフィードバック制御(PID制御)で算出される補正制御量Cbを加算してバルブ制御量Cが算出される( $C = C_a + C_b$ )。

【0030】

つまり、EGR通路14にEGRバルブ16を有して構成されるEGRシステム1を備えたエンジン10で、EGRのNOx濃度目標値Nt1に対応する気筒内酸素濃度目標値Dtに基づいて、EGRバルブ16の開度を制御する内燃機関のEGR制御システム40である。

【0031】

より詳細に説明すると、第1制御部41では、吸気流量センサ21、吸気圧力センサ22、吸気温度センサ23などの吸気系センサ群Sg1及び排気ラムダセンサ24などの排気系センサ群Sg2からの検出値を基に、NOx濃度算出値Ncを算出する。

【0032】

このシリンダ内酸素濃度算出値Dcの算出に際しても内部EGRガスを考慮することが好ましい。つまり、気筒内で発生するNOx量に関係するのは、気筒内の全排気ガス量に対する気筒内酸素濃度算出値Dcであるので、気筒内の全排気ガス量に対する気筒内酸素濃度算出値Dcを、吸気量と酸素濃度、外部EGRガスの排気ガス量と酸素濃度内部とだけで算出せずに、内部EGRガスの排気ガス量と酸素濃度と考慮に入れて、気筒内酸素濃度算出値Dcを算出することが好ましい。

【0033】

そして、この気筒内酸素濃度算出値Dcなどから気筒内で発生するNOx量及び気筒内から排出される排気ガスのNOx濃度を算出し、NOx濃度算出値Ncとする。

【0034】

それと共に、NOx濃度センサ20で検出されるNOx濃度検出値Ndを基本としてNOx濃度算出値Ncによる算出値を補正する値を用いて、制御用の算出値を補正するとの考えに基づいて、NOx補正部46で、NOx濃度センサ20の検出値であるNOx濃度検出値Ndが入力され、このNOx濃度検出値NdとNOx濃度算出値NcとからNOx補正係数(補正比率)  $N_{cf} = N_d / N_c$  を算出する。

【0035】

一方、第2制御部42では、エンジン回転数及び負荷(または燃料噴射量)に基づいてマップデータを参照する等して、第1NOx目標値Nt1が算出され、この第1NOx目標値Nt1が入力される第2制御部42では、この第1NOx目標値Nt1ではスモークが発生することが、予め設定してある計算式やマップデータ等から予測される場合には、スモークが発生しないようなNOx濃度を第2NOx目標値Nt2とする。所謂スモークリミットを行う。なお、スモークが発生する可能性が無い場合は、そのまま、第1NOx目標値Nt1を第2NOx目標値Nt2とする。これにより第2NOx目標値Nt2を算出する。

10

20

30

40

50

## 【0036】

更に、内燃機関の運転状態が定常状態であるときには、 $\text{NO}_x$ 補正係数 $\text{NCf}$ を乗じて、第3 $\text{NO}_x$ 目標値 $\text{Nt3}$  ( $= \text{Nt2} \times \text{NCf} = \text{Nt2} \times \text{Nd} / \text{Nc}$ )を算出する。一方、過渡状態であるときには、 $\text{NO}_x$ 補正係数 $\text{NCf}$ による補正を行わず、補正比率を1として、第3 $\text{NO}_x$ 目標値 $\text{Nt3}$ を算出する ( $\text{Nt3} = \text{Nt2} \times 1 = \text{Nt2}$ )。

## 【0037】

そして、第3制御部43では、この第3 $\text{NO}_x$ 目標値 $\text{Nt3}$ に対して、気筒内酸素濃度目標値 $\text{Dt}$ を算出する。第4制御部44で、この算出された気筒内酸素濃度目標値 $\text{Dt}$ に対して、フィードフォワード制御(プリ制御)の目標値である基本制御量(プリ制御量) $\text{Ca}$ を算出する。この基本制御量 $\text{Ca}$ の算出に際しても、内部 $\text{EGR}$ ガスを考慮することが好ましい。

10

## 【0038】

なお、この第4制御部44では、 $\text{EGR}$ バルブ16の前後に設けた差圧センサ(図示しない)で検出した $\text{EGR}$ バルブ16の前後圧力、 $\text{EGR}$ バルブ16の下流の $\text{EGR}$ 通路14に設けた温度センサ(図示しない)で検出した $\text{EGR}$ ガス $\text{Ge}$ の温度等を用いて、より正確な $\text{EGR}$ ガス $\text{Ge}$ の流量と $\text{EGR}$ バルブ16の開度の関係を求めておくことが好ましい。

## 【0039】

つまり、気筒内で発生する $\text{NO}_x$ 量に関する気筒内の全排気ガス量に対する気筒内酸素濃度目標値 $\text{Dt}$ を、気筒内の排気ガス量と酸素濃度が、空気量とその酸素濃度と、内部 $\text{EGR}$ ガスの排気ガス量と酸素濃度と、外部 $\text{EGR}$ ガスの排気ガス量と酸素濃度とから決まることを利用して、気筒内の酸素濃度の目標値である気筒内酸素濃度目標値 $\text{Dt}$ から、外部 $\text{EGR}$ の $\text{EGR}$ ガス量 $\text{Ge}$ を算出して、この $\text{EGR}$ ガス量 $\text{Ge}$ を供給できる $\text{EGR}$ バルブ16の開度をプリ制御量 $\text{Ca}$ とする。

20

## 【0040】

また、それと並行して、第5制御部45で、第3制御部43で第3 $\text{NO}_x$ 目標値 $\text{Nt3}$ に対して算出された気筒内酸素濃度目標値 $\text{Dt}$ と第1制御部41で算出された気筒内酸素濃度算出値 $\text{Dc}$ とを入力して、フィードバック制御( $\text{PID}$ 制御)の目標値である補正制御量 $\text{Cb}$ を算出する。そして、加算部47で、この基本制御量 $\text{Ca}$ と補正制御量 $\text{Cb}$ とを加算してバルブ制御量 $\text{C}$ を算出する。このバルブ制御量 $\text{C}$ で $\text{EGR}$ バルブ16の開度を調整制御する。

30

## 【0041】

そして、本発明においては、 $\text{EGR}$ システム1を制御する制御装置30を、吸気系センサ群 $\text{Sg1}$ である吸気流量センサ21の検出値と排気系センサ群 $\text{Sg2}$ の排気ラムダセンサ24の検出値を使用して $\text{NO}_x$ 濃度算出値 $\text{Nc}$ を算出して、排気系センサ群 $\text{Sg2}$ である $\text{NO}_x$ 濃度センサ20の検出値である $\text{NO}_x$ 濃度検出値 $\text{Nd}$ と $\text{NO}_x$ 濃度算出値 $\text{Nc}$ の比である $\text{NO}_x$ 補正係数 $\text{NCf}$ を算出して、この $\text{NO}_x$ 補正係数 $\text{NCf}$ を使用して気筒内酸素濃度目標値 $\text{Dt}$ を補正する際に、 $\text{NO}_x$ 補正係数 $\text{NCf}$ を移動平均処理で算出すると共に、 $\text{NO}_x$ 補正係数 $\text{NCf}$ を移動平均処理するためのサンプリング期間の長さやサンプリング間隔の少なくとも一方をエンジン10の運転状態に応じて変更するように構成する。

40

## 【0042】

これにより、 $\text{NO}_x$ 補正係数 $\text{NCf}$ の変動幅を抑えることで、エンジン10の運転状態が定常状態で、算出された $\text{NO}_x$ 補正係数 $\text{NCf}$ を使用して気筒内酸素濃度目標値 $\text{Dt}$ を補正する際に、制御のための演算を効率よく行いつつ、 $\text{EGR}$ バルブ16の開度の制御量 $\text{C}$ の変動を抑えることができ、 $\text{EGR}$ ハンチングの発生を抑制することができる。

## 【0043】

このエンジン運転状態が定常状態であるか過渡状態であるかは、例えば、このエンジン10を備えた車両の運転席に備えたアクセルペダル(図示しない)の開度の変化率が予め設定又は算出される閾値を超えたときは過渡状態であるとしたり、エンジン10の気筒1

50

1 c 内への燃料噴射量の変化率が予め設定又は算出される閾値を超えたときは過渡状態であるとしたりすることで判定できる。

【0044】

サンプリング期間の長さやサンプリング間隔の少なくとも一方をエンジン10のエンジン回転数及び負荷の組み合わせに応じて変更する。らには、エンジン10のエンジン回転数が大きい程サンプリング期間の長さ若しくはサンプリング間隔の長さを短くする制御と、エンジン10の負荷が大きい程サンプリング期間の長さ若しくはサンプリング間隔の長さを短くする制御のいずれか一方または両方を採用する。

【0045】

これにより、定常状態におけるエンジン10の運転状態の違いに応じたNOx補正係数NCfの移動平均処理を行うことができるので、EGRバルブ16の開度の制御量Cの変動を抑えることができ、EGRハンチングの発生を抑制することができる。つまり、内燃機関のエンジン回転数が大きい程、また、内燃機関の負荷が大きい程、一般的にガス量の増加によりむだ時間が減少するため、サンプリング期間を短縮することが可能であり、このような定常状態におけるエンジンの運転状態の違いを把握して制御に反映することができる。

【0046】

次に、上記の内燃機関のEGR制御システム40を用いた、本発明の内燃機関のEGR制御方法について説明する。この内燃機関のEGR制御方法は、EGR通路14にEGRバルブ16を有して構成されるEGRシステム1を備えたエンジン(内燃機関)10で、EGRのNOx濃度目標値Dt1に対応する気筒内酸素濃度目標値Dtに基づいて、EGRバルブ16の開度を制御する内燃機関のEGR制御方法であり、この方法において、EGRシステム1の制御で、吸気通路12に設けた吸気流量センサ21の検出値と排気通路13に設けた排気ラムダセンサ24の検出値を使用してNOx濃度算出値Ncを算出して、排気通路13に設けたNOx濃度センサ20の検出値であるNOx濃度検出値NdとNOx濃度算出値Ncの比であるNOx補正係数NCfを算出して、このNOx補正係数NCfを使用して気筒内酸素濃度目標値Dtを補正する際に、NOx補正係数NCfを移動平均処理で算出すると共に、NOx補正係数NCfを移動平均処理するためのサンプリング期間の長さやサンプリング間隔の少なくとも一方をエンジン10の運転状態に応じて変更する方法である。

【0047】

また、サンプリング期間の長さやサンプリング間隔の少なくとも一方をエンジン回転数及び負荷の組み合わせに応じて変更する。さらには、エンジン10のエンジン回転数が大きい程サンプリング期間の長さ若しくはサンプリング間隔を短くするか、エンジン10の負荷が大きい程サンプリング期間の長さ若しくはサンプリング間隔を短くするかのいずれか一方または両方を採用する。

【0048】

上記の構成の内燃機関のEGR制御システム40、エンジン(内燃機関)10、及び内燃機関のEGR制御方法によれば、NOx補正係数の変動幅を抑えることで、エンジン10の運転状態が定常状態で、算出されたNOx補正係数NCfを使用して気筒内酸素濃度目標値Dtを補正する際に、効率よく制御のための演算を行いつつ、EGRバルブ16の開度の制御量Cの変動を抑えることができ、EGRハンチングの発生を抑制することができる。

【符号の説明】

【0049】

- 1 内燃機関のEGRシステム
- 10 エンジン(内燃機関)
- 11 エンジン本体
- 11a 吸気マニホールド
- 11b 排気マニホールド

10

20

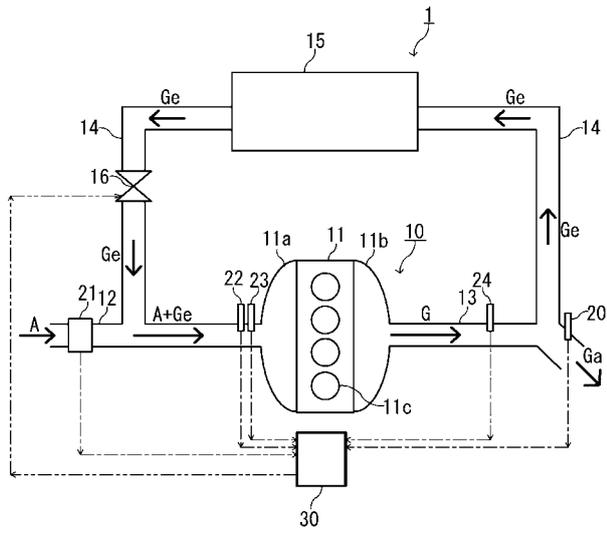
30

40

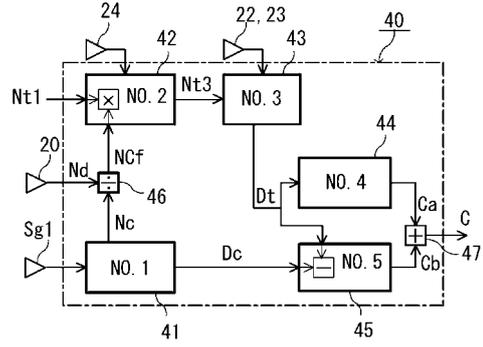
50

1 1 c	気筒	
1 2	吸気通路	
1 3	排気通路	
1 4	E G R 通路	
1 5	E G R クーラー	
1 6	E G R バルブ	
2 0	N O x 濃度センサ ( N O x 濃度検出装置 )	
2 1	吸気流量センサ ( M A F センサ : 吸気流量検出装置 )	
2 2	吸気圧力センサ	
2 3	吸気温度センサ	10
2 4	排気ラムダセンサ ( 排気過剰率センサ : 排ラムダ検出装置 )	
3 0	制御装置	
4 0	内燃機関の E G R 制御システム	
4 1	第 1 制御部	
4 2	第 2 制御部	
4 3	第 3 制御部	
4 4	第 4 制御部	
4 5	第 5 制御部	
4 6	N O x 補正部	
4 7	加算部	20
A	新気	
C	E G R バルブの開度の制御量	
C a	E G R バルブの開度の基本制御量	
C b	E G R バルブの開度の補正制御量	
D t	気筒内酸素濃度目標値	
D c	気筒内酸素濃度算出値	
G、G a	排気ガス	
G e	E G R ガス	
N C f	N O x 補正係数	
S g 1	吸気系センサ群	30
S g 2	排気系センサ群	

【 図 1 】



【 図 2 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 今原 裕章

神奈川県藤沢市土棚 8 番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内

Fターム(参考) 3G062 FA02 FA05 FA08 FA11 FA12 GA01 GA02 GA12 GA17