

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4636214号
(P4636214)

(45) 発行日 平成23年2月23日 (2011. 2. 23)

(24) 登録日 平成22年12月3日 (2010. 12. 3)

(51) Int. Cl.	F 1		
FO2D 41/14 (2006.01)	FO2D 41/14	330A	
FO1N 3/24 (2006.01)	FO1N 3/24	R	
FO2D 41/02 (2006.01)	FO2D 41/02	330Z	
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 41/04	330Z	
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00	312Z	
請求項の数 4 (全 14 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願2000-303146 (P2000-303146)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成12年10月3日 (2000. 10. 3)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2002-81339 (P2002-81339A)	(74) 代理人	100098420 弁理士 加古 宗男
(43) 公開日	平成14年3月22日 (2002. 3. 22)	(72) 発明者	堂田 久代 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
審査請求日	平成19年2月6日 (2007. 2. 6)	(72) 発明者	池本 宣昭 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
(31) 優先権主張番号	特願2000-189733 (P2000-189733)	(72) 発明者	山下 幸宏 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
(32) 優先日	平成12年6月20日 (2000. 6. 20)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
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】

排出ガスを浄化する触媒を備えた内燃機関において、
前記触媒の上流又は下流の排出ガスの空燃比を検出する空燃比検出手段と、
内燃機関に吸入される空気量を検出する空気量検出手段と、
前記空燃比検出手段で検出した排出ガスの空燃比と前記空気量検出手段で検出した空気量とに基づいて前記触媒のリーン成分及びリッチ成分全体の吸着量（以下「触媒内状態量」という）を算出する触媒内状態量算出手段と、
前記触媒内状態量と目標触媒内状態量との偏差が小さくなるように燃料噴射量を補正する噴射制御手段と、
前記触媒内状態量の算出値を前記触媒の飽和吸着量に相当するガード値で制限するガード処理手段とを備え、
前記ガード処理手段は、前記ガード値を前記空気量が多くなるほど前記触媒の飽和吸着量が少なくなるように変化させる手段を有することを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項2】

排出ガスを浄化する触媒を備えた内燃機関において、
前記触媒の上流又は下流の排出ガスのガス濃度を検出するガス濃度検出手段と、
内燃機関に吸入される空気量を検出する空気量検出手段と、
前記ガス濃度検出手段で検出した排出ガスのガス濃度と前記空気量検出手段で検出した

空気量とに基づいて前記触媒のリーン成分及びリッチ成分全体の吸着量（以下「触媒内状態量」という）を算出する触媒内状態量算出手段と、

前記触媒内状態量と目標触媒内状態量との偏差が小さくなるように燃料噴射量を補正する噴射制御手段と、

前記触媒内状態量算出手段により前記触媒内状態量を算出する際に、その算出値を実際の触媒内状態量に応じて補正する補正手段とを備え、

前記補正手段は、前記実際の触媒内状態量の情報を、前記触媒から流出する排出ガスの空燃比又はガス濃度を検出する触媒下流側のセンサの出力から得る手段と、前記触媒内状態量算出手段により算出した触媒内状態量と目標触媒内状態量との偏差に応じて目標燃料過剰率を制御するパラメータを可変するパラメータ可変手段とを備え、

前記パラメータ可変手段は、前記目標燃料過剰率を制御するパラメータとして、前記触媒の下流側の空燃比を前記目標燃料過剰率に反映させるサブフィードバックの制御パラメータを可変することを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 3】

前記補正手段は、前記触媒内状態量を算出する際に、その算出に用いる式のパラメータを前記触媒下流側のセンサの出力に基づいて可変に設定することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 4】

前記パラメータ可変手段は、前記触媒内状態量算出手段により算出した触媒内状態量と実際の触媒内状態量との偏差が所定値以下の場合に該偏差を 0 と見なすことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の内燃機関の空燃比制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、触媒内の状態を考慮して空燃比を制御する内燃機関の空燃比制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年の自動車は、排気管に三元触媒を設置すると共に、この触媒の上流側に空燃比センサを設置し、この空燃比センサの出力に基づいて排出ガスの空燃比を触媒の浄化ウインドウ（理論空燃比付近）に制御するように燃料噴射量を制御することで、排出ガスを効率良く浄化するようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、触媒は、排出ガス中のリーン成分（ NO_x 、 O_2 等）とリッチ成分（ HC 、 H_2 等）とを酸化還元反応させて無害の中性ガス成分（ CO_2 、 H_2O 、 N_2 等）に変化させる他に、未反応のリーン成分やリッチ成分を一時的に触媒内に吸着する作用もあり、これら酸化還元反応と吸着作用の両方によって排出ガスを浄化するものである。エンジン運転状態によっては、触媒に流入する排出ガスの空燃比が理論空燃比からリッチ側又はリーン側にずれた状態が暫く続くことがあるが、このように空燃比がずれた状態が暫く続くと、触媒内のリーン成分吸着量又はリッチ成分吸着量が増加して飽和状態になることがあり、その結果、触媒の吸着能力が低下して排出ガス浄化率が低下する不具合が発生する。

【0004】

本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、触媒内の状態を考慮して空燃比を適正に制御することで、排出ガス浄化率を向上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。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の請求項 1 の内燃機関の空燃比制御装置は、触媒の上流又は下流の排出ガスの空燃比を空燃比検出手段により検出すると共に、内燃機関に吸

10

20

30

40

50

入される空気量を空気量検出手段により検出し、検出した排出ガスの空燃比と空気量とに基づいて触媒のリーン成分及びリッチ成分全体の吸着量（以下「触媒内状態量」という）を触媒内状態量算出手段により算出し、この触媒内状態量と目標触媒内状態量との偏差が小さくなるように燃料噴射量を噴射制御手段により補正する。このようにすれば、触媒の吸着能力ができるだけ良好に維持されるように制御され、排出ガス浄化率が向上する。

更に、請求項 1 に係る発明は、触媒内状態量の算出値を触媒の飽和吸着量に相当するガード値で制限するガード処理手段を備え、前記ガード値を空気量が多くなるほど触媒の飽和吸着量が少なくなるように変化させるようにしている。これらの技術的特徴については後述する。

【 0 0 0 6 】

この場合、触媒内状態量は排出ガスの空燃比と空気量とに基づいて算出されるが、空気量を検出する位置（吸気管）と排出ガスの空燃比を検出する位置（排気管）とが離れているため、空気量検出位置を通過した空気が噴射燃料と混合して燃焼して空燃比検出位置に到達するまでに時間遅れが生じる。このため、空気量に変化する過渡運転時には、同時刻に検出した空燃比と空気量を用いたのでは触媒内状態量を正確に算出することができない。

【 0 0 0 7 】

そこで、触媒内状態量を算出する際に用いる空気量は、少なくとも燃料噴射から排出ガスの空燃比を検出するまでの遅れ時間分過去の空気量を用いると良い。このようにすれば、触媒内状態量を算出する際に用いる空気量と空燃比との時間的なずれを修正することができ、空気量に変化する過渡運転時でも触媒内状態量を精度良く算出することができる。

【 0 0 0 8 】

また、所定の演算周期で目標空燃比に対する排出ガスの空燃比のずれ量と空気量とに基づいて触媒内状態量の変化量を算出し、この変化量を積算して現在の触媒内状態量を求めるようにしても良い。このようにすれば、簡単な演算処理で触媒内状態量を精度良く算出することができる。

【 0 0 0 9 】

また、触媒内状態量が触媒の飽和吸着量に達すると、それ以上はガス成分を吸着できなくなるため、請求項 1 に係る発明では、触媒内状態量の算出値をガード処理手段によって触媒の飽和吸着量に相当するガード値で制限するようにしている。このようにすれば、触媒が飽和状態になったときに触媒内状態量の算出値の誤差が拡大することを防止することができる。

【 0 0 1 0 】

この場合、触媒内を流れる排出ガスの流速が速くなるほど（空気量が多くなるほど）、触媒の飽和吸着量が少なくなるという飽和吸着特性があるため、請求項 1 に係る発明では、触媒内状態量の算出値に対するガード値を空気量が多くなるほど触媒の飽和吸着量が少なくなるように変化させるようにしている。このようにすれば、実際の触媒の飽和吸着特性に適合したガード値を設定することができ、触媒内状態量の算出精度を更に向上することができる。

【 0 0 1 1 】

尚、排出ガスの空燃比とガス濃度とは相関関係があるため、請求項 2 のように触媒の上流又は下流の排出ガスのガス濃度をガス濃度検出手段により検出すると共に、内燃機関に吸入される空気量を空気量検出手段により検出し、検出した排出ガスのガス濃度と空気量とに基づいて触媒内状態量を算出し、この触媒内状態量と目標触媒内状態量との偏差が小さくなるように燃料噴射量を補正するようにしても良い。このようにしても、請求項 1 と同じく、触媒の吸着能力ができるだけ良好に維持されるように制御され、排出ガス浄化率が向上する。

【 0 0 1 2 】

ところで、触媒内状態量を算出する際に、ある程度の誤差が生じることは避けられない。この触媒内状態量の算出誤差（推定誤差）は、触媒下流側に設置した空燃比センサ（又は酸素センサ）の出力を触媒上流側の目標空燃比に反映させるサブフィードバックにより補

10

20

30

40

50

正できるが、サブフィードバックによる補正は、応答遅れがある。

【0013】

そこで、請求項2に係る発明では、触媒内状態量を算出する際に、その算出値を実際の触媒内状態量に応じて補正手段によって補正するようにしている。このようにすれば、触媒内状態量の算出誤差（推定誤差）を少なくすることができ、その分、実際の触媒内状態量に対する応答性の良い空燃比制御を実施することができ、過渡時の排出ガス浄化性能を向上することができる。

【0014】

この場合、実際の触媒内状態量に応じて、触媒から流出する排出ガスの空燃比又はガス濃度が増減する特性があるため、請求項2に係る発明では、実際の触媒内状態量の情報は、触媒から流出する排出ガスの空燃比又はガス濃度を検出する触媒下流側のセンサの出力を用いるようにしている。これにより、触媒下流側のセンサの出力から実際の触媒内状態量の情報を簡単に得ることができる。

10

【0015】

また、請求項2に係る発明では、触媒内状態量算出手段により算出した触媒内状態量と目標触媒内状態量との偏差に応じて、目標燃料過剰率を制御するパラメータをパラメータ可変手段により可変すると共に、目標燃料過剰率を制御するパラメータとして、触媒の下流側の空燃比を前記目標燃料過剰率に反映させるサブフィードバックの制御パラメータを可変するようにしている。これにより、目標燃料過剰率を触媒内状態量の偏差に応じて応答性良く設定することができる。

20

【0016】

この場合、請求項3のように、触媒内状態量を算出する際に、その算出に用いる式のパラメータを触媒下流側のセンサの出力に基づいて可変に設定するようにしても良い。これにより、目標燃料過剰率を触媒内状態量の偏差に応じて応答性良く可変することができる。

【0017】

また、実際の触媒内状態量の情報にもある程度の誤差があることを考慮して、請求項4のように、触媒内状態量算出手段により算出した触媒内状態量と実際の触媒内状態量との偏差が所定値以下の場合に、該偏差を0と見なすようにしても良い。このようにすれば、実際の触媒内状態量の情報（触媒下流側のセンサの出力）に含まれる誤差による過補正を回避することができ、安定した空燃比制御を行うことができる。

30

【0018】

【発明の実施の形態】

[実施形態(1)]

以下、本発明の実施形態(1)を図1乃至図5に基づいて説明する。

【0019】

まず、図1に基づいてエンジン制御システム全体の概略構成を説明する。内燃機関であるエンジン11の吸気管12の最上流部には、エアクリーナ13が設けられ、このエアクリーナ13の下流側には、吸入空気量を検出するエアフローメータ14（空気量検出手段）が設けられている。このエアフローメータ14の下流側には、スロットルバルブ15とスロットル開度を検出するスロットル開度センサ16とが設けられている。

40

【0020】

更に、スロットルバルブ15の下流側には、サージタンク17が設けられ、このサージタンク17に、吸気管圧力を検出する吸気管圧力センサ18が設けられている。また、サージタンク17には、エンジン11の各気筒に空気を導入する吸気マニホールド19が設けられ、各気筒の吸気マニホールド19の吸気ポート近傍に、それぞれ燃料を噴射する燃料噴射弁20が取り付けられている。

【0021】

一方、エンジン11の排気管21の途中には、排ガス中の有害成分（CO，HC，NOx等）を低減させる三元触媒等の触媒22が設置されている。この触媒22の上流側には、

50

排出ガスの空燃比を検出するリニア A / F センサ等の空燃比センサ 2 3 (空燃比検出手段) が設けられている。また、エンジン 1 1 のシリンダブロックには、冷却水温を検出する冷却水温センサ 2 4 や、エンジン回転速度を検出するクランク角センサ 2 5 が取り付けられている。

【 0 0 2 2 】

これら各種のセンサ出力は、エンジン制御回路 (以下「 E C U 」と表記する) 2 6 に入力される。この E C U 2 6 は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵された R O M (記憶媒体) に記憶された図 2 及び図 3 の目標 算出プログラムを実行することで、触媒 2 2 のリーン成分及びリッチ成分全体の吸着量である触媒内状態量 O S を算出し、この触媒内状態量 O S に応じて触媒 2 2 上流側の目標燃料過剰率 ref を算出する。ここで、燃料過剰率 は、空気過剰率 の逆数であり ($= 1 /$)、空気過剰率 は、実空燃比と理論空燃比との比である。

$$= \text{実空燃比} / \text{理論空燃比} \quad = \text{理論空燃比} / \text{実空燃比}$$

【 0 0 2 3 】

E C U 2 6 は、図 2 及び図 3 の目標 算出プログラムで算出した目標燃料過剰率 ref と実際の燃料過剰率 との偏差を小さくするように燃料噴射量をフィードバック補正して、触媒内状態量 O S を目標触媒内状態量 O S ref 付近に制御する。この機能が特許請求の範囲でいう噴射制御手段に相当する。

【 0 0 2 4 】

図 2 及び図 3 の目標 算出プログラムは、所定クランク角毎 (例えば 1 8 0 A 毎) 又は所定時間毎に起動され、まず、ステップ 1 0 1 で、次のようにして現在の触媒内状態量 O S (i) を算出する。まず、触媒 2 2 上流側の空燃比センサ 2 3 で検出した実際の燃料過剰率 と目標燃料過剰率 ref との偏差 ($- ref$) と、単位時間当たり触媒 2 2 に流入する空気量 Q とに基づいて触媒内状態量の変化量 O S (i) を算出する。

$$O S (i) = (- ref) \times Q (i-d) \quad \dots \dots (1)$$

【 0 0 2 5 】

ここで、空気量 Q は、燃料噴射から排出ガスの燃料過剰率 を検出するまでの遅れ時間 d を考慮して、現時点 i よりも遅れ時間 d 前の過去の空気量 Q (i-d) を用いる。この際、遅れ時間 d は、演算処理を簡単にするために固定値としても良いが、空気量 Q に応じて遅れ時間 d を変化させても良い。つまり、空気量 Q が多くなるほど、空気の流速が速くなって実際の遅れ時間 d が短くなるため、空気量 Q が多くなるほど、遅れ時間 d を短くするように設定しても良い。

【 0 0 2 6 】

上記 (1) 式で算出した触媒内状態量の変化量 O S (i) を前回の触媒内状態量算出値 O S (i-1) に積算して現在の触媒内状態量 O S (i) を求める。

$$O S (i) = O S (i) + O S (i-1) \quad \dots \dots (2)$$

このステップ 1 0 1 の処理が特許請求の範囲でいう触媒内状態量算出手段としての役割を果たす。

【 0 0 2 7 】

その後、ステップ 1 0 2 に進み、触媒内状態量 O S (i) の算出値を触媒 2 2 のリーン側 / リッチ側飽和吸着量に相当するガード値 O S min , O S max でガード処理する。例えば、触媒内状態量 O S (i) の算出値がガード値 O S min , O S max の範囲内 (O S min O S (i) O S max) であれば、触媒内状態量 O S (i) の算出値をそのまま採用し、触媒内状態量 O S (i) の算出値がガード値 O S min (又は O S max) を越えていれば、触媒内状態量 O S (i) の算出値をガード値 O S min (又は O S max) に置き換えて、 O S (i) = O S min (又は O S (i) = O S max) とする。この処理が特許請求の範囲でいうガード処理手段としての役割を果たす。

【 0 0 2 8 】

この際、ガード値 O S min , O S max は、演算処理を簡単にするために固定値としても良いが、触媒 2 2 内を流れる排出ガスの流速が速くなるほど (空気量 Q が多くなるほど)、

10

20

30

40

50

触媒 2 2 の飽和吸着量が少なくなるという飽和吸着特性があるため、図 4 に示すように、ガード値 $O S_{min}$, $O S_{max}$ を空気量 Q に応じてマップ等で変化させるようにしても良い。この場合は、空気量 Q が多くなるほど、ガード値 $O S_{min}$, $O S_{max}$ が小さくなるように設定すると良い。このようにすれば、実際の触媒 2 2 の飽和吸着特性に適合したガード値 $O S_{min}$, $O S_{max}$ を設定することができる。

【 0 0 2 9 】

その後、ステップ 1 0 3 に進み、目標触媒内状態量 $O S_{ref}$ と現在の触媒内状態量 $O S(i)$ との偏差 $O S_{error}$ を算出する。

$$O S_{error} = O S_{ref} - O S(i)$$

【 0 0 3 0 】

そして、次のステップ 1 0 4 で、PIDコントローラの比例ゲイン k_p 、積分ゲイン k_i 、微分ゲイン k_d をマップ等により設定する。この際、各ゲイン k_p , k_i , k_d を吸入空気量又は吸気管圧力等のエンジン運転条件に応じて可変しても良い。

【 0 0 3 1 】

この後、ステップ 1 0 5 に進み、各ゲイン k_p , k_i , k_d と演算間隔 $d t$ (例えば 1 8 0 A 回転するのに要する時間)を用いて、PIDコントローラの制御パラメータ A_1 , A_2 , B_1 , B_2 , B_3 を次式により算出する。

$$A_1 = 1$$

$$A_2 = 0$$

$$B_1 = k_p \cdot (1 + d t / k_i + k_d / d t)$$

$$B_2 = k_p \cdot (1 + 2 \cdot k_d / d t)$$

$$B_3 = k_p \cdot k_d / d t$$

【 0 0 3 2 】

この後、図 3 のステップ 1 0 6 に進み、上記各制御パラメータ A_1 , A_2 , B_1 , B_2 , B_3 と触媒内状態量偏差 $O S_{error}$ と過去の目標燃料過剰率 ref を用いて今回の目標燃料過剰率 ref を次のようにして算出する。まず、目標燃料過剰率補正量 ref を次式により算出する。

$$ref = B_1 \cdot O S_{error}(i) - B_2 \cdot O S_{error}(i-1) + B_3 \cdot O S_{error}(i-2) + A_1 \cdot ref(i-1) - A_2 \cdot ref(i-2)$$

【 0 0 3 3 】

そして、この目標燃料過剰率補正量 ref をベース値“ 1 ”に加算して、触媒 2 2 上流側の目標燃料過剰率 ref を求めて、本プログラムを終了する。

$$ref = 1 + ref$$

【 0 0 3 4 】

次に、図 5 に基づいて、過渡運転時の燃料過剰率 と触媒内状態量 $O S$ の挙動の一例を説明する。例えば、触媒 2 2 上流側の燃料過剰率 がリッチ側に变化すると、触媒 2 2 内にリッチ成分が吸着されて触媒内状態量 $O S$ が増加する。しかし、触媒内状態量 $O S$ がリッチ側のガード値 $O S_{max}$ (リッチ側の飽和吸着量)に達すると、それ以上はリッチ成分を吸着できなくなるため、触媒内状態量 $O S$ の算出値がガード値 $O S_{max}$ でガード処理され、触媒内状態量 $O S$ の算出値がガード値 $O S_{max}$ に張り付いた状態となる。これにより、触媒 2 2 が飽和状態になったときに触媒内状態量 $O S$ の算出値の誤差が拡大することが防止される。

【 0 0 3 5 】

その後、燃料過剰率 がリーン側に变化すると、触媒 2 2 内に吸着されていたリッチ成分が排出ガス中のリーン成分と酸化還元反応して消費されるため、触媒内状態量 $O S$ が減少し始める。これにより、触媒内状態量 $O S$ が目標触媒内状態量 $O S_{ref}$ 付近に戻される。その結果、触媒 2 2 の吸着能力が良好に維持され、排出ガス浄化率が向上する。

【 0 0 3 6 】

ところで、本実施形態 (1) では、触媒内状態量 $O S$ を排出ガスの燃料過剰率 と空気量 Q とに基づいて算出するが、空気量 Q を検出する位置 (吸気管 1 2) と排出ガスの燃料過

10

20

30

40

50

剰率 を検出する位置（排気管 21）とが離れているため、空気量検出位置を通過した空気が噴射燃料と混合して燃焼して燃料過剰率 の検出位置に到達するまでに時間遅れが生じる。このため、空気量 Q が変化する過渡運転時には、同時刻に検出した燃料過剰率 (i) と空気量 $Q(i)$ を用いたのでは触媒内状態量 OS を正確に算出することができない。

【0037】

そこで、本実施形態（1）では、触媒内状態量 OS を算出する際に用いる空気量は、燃料噴射から排出ガスの燃料過剰率 を検出するまでの遅れ時間 d を考慮して、現時点 i よりも遅れ時間 d 前の過去の空気量 $Q(i-d)$ を用いる。これにより、触媒内状態量 OS を算出する際に用いる空気量 Q と燃料過剰率 との時間的なずれを修正することができ、空気量 Q が変化する過渡運転時でも触媒内状態量を精度良く算出することができる。

10

【0038】

尚、本実施形態（1）では、燃料噴射から排出ガスの燃料過剰率 を検出するまでの遅れ時間 d を考慮したが、空気が空気量検出位置から燃料過剰率 の検出位置に到達するまでの遅れ時間 d' を考慮して、現時点 i よりも遅れ時間 d' 前の過去の空気量 $Q(i-d')$ を用いるようにしても良く、要は、少なくとも燃料噴射から排出ガスの燃料過剰率 を検出するまでの遅れ時間分過去の空気量を用いるようにすれば良い。

【0039】

また、本実施形態（1）では、PIDコントローラを用いて制御パラメータ $A1, A2, B1, B2, B3$ を算出するようにしたが、図6に示す本発明の他の実施形態では、PIDコントローラの代わりに、近似微分を用いて制御パラメータ $A1, A2, B1, B2, B3$ を算出するようにしている。その他の処理は、図2及び図3の各ステップの処理と同じで良い。このように、近似微分を用いて制御パラメータ $A1, A2, B1, B2, B3$ を算出しても、前記実施形態とほぼ同様の効果を得ることができる。

20

【0040】

図1に示すシステム構成例では、触媒 22 の上流側のみに空燃比センサ 23 を設置したが、触媒 22 の上流側と下流側の両方に空燃比センサを設置したシステムにも本発明を適用できる。この場合、触媒下流側の空燃比センサで検出した燃料過剰率と空気量とに基づいて触媒内状態量を算出し、この触媒内状態量と目標触媒内状態量との偏差を小さくするように触媒上流側の目標燃料過剰率を算出するようにしても良い。この際、触媒内状態量の算出に用いる空気量は、少なくとも燃料噴射から触媒下流側で排出ガスの燃料過剰率を検出するまでの遅れ時間を考慮して、その遅れ時間分過去の空気量を用いるようにすると良い。

30

【0041】

また、上記各実施形態においては、空燃比の情報として燃料過剰率 を用いたが、燃料過剰率 に代えて、空気過剰率 又は空燃比 A/F を用いても良いことは言うまでもない。

【0042】

また、空燃比センサ 23 の代わりに、排出ガスのガス濃度を検出するガス濃度センサを用いても良い。この場合は、検出した排出ガスのガス濃度と空気量とに基づいて触媒内状態量を算出し、この触媒内状態量と目標値との偏差が小さくなるように燃料噴射量を補正するようにすれば良い。

40

【0043】

[実施形態（2）]

次に、図7乃至図10に基づいて本発明の実施形態（2）を説明する。本実施形態（2）では、触媒 22 の上流側と下流側の両方に空燃比センサ 23, 27 を設置している。上流側の空燃比センサ（以下「上流側センサ」という）23 は、前記実施形態（1）と同じく、排出ガスの空燃比に応じてリニアな空燃比信号を出力するリニア A/F センサ等が用いられ、下流側の空燃比センサ（以下「下流側センサ」という）27 は、排出ガスの空燃比のリッチ/リーンに応じて出力電圧が反転する酸素センサ等が用いられている。尚、下流側センサ 27 も、上流側センサ 23 と同じく、リニア A/F センサ等を用いても良いことは言うまでもない。その他のシステム構成は、前記実施形態（1）と同じである。

50

【 0 0 4 4 】

E C U 2 6 は、図 8 の目標 算出プログラムで算出した目標燃料過剰率 ref と実際の燃料過剰率 との偏差を小さくするように燃料噴射量をフィードバック補正して、触媒内状態量 OS を目標触媒内状態量 OS_{ref} 付近に制御する。

【 0 0 4 5 】

図 8 の目標 算出プログラムは、所定クランク角毎又は所定時間毎に起動され、まず、ステップ 2 0 1 で、上流側センサ 2 3 の出力（触媒 2 2 に流入する排出ガスの空燃比）がリッチかリーンかを判別する。

【 0 0 4 6 】

もし、上流側センサ 2 3 の出力がリッチと判定されれば、ステップ 2 0 2 に進み、前回演算時から今回演算時までの触媒内状態量の変化量 $OS(i)$ を次式により算出する。

$$OS(i) = k_r \times (\quad - ref) \times Q(i-d)$$

k_r : 重み係数

: 上流側センサ 2 3 で検出した実際の燃料過剰率

ref : 目標燃料過剰率

$Q(i-d)$: 現時点 i よりも遅れ時間 d 前の過去の空気量

【 0 0 4 7 】

ここで、重み係数 k_r は、実際の触媒内状態量の代用情報となる下流側センサ 2 7 の出力（触媒 2 2 から流出する排出ガスの空燃比）に応じて次のように設定される。

【 0 0 4 8 】

1 下流側センサ 2 7 の出力（実際の触媒内状態量）がリッチの時は、重み係数 k_r を 1 よりも小さい所定値に設定する。この所定値は、予め設定した固定値でも良いが、下流側センサ 2 7 の出力に応じてマップ又は数式により設定しても良い。

【 0 0 4 9 】

2 下流側センサ 2 7 の出力（実際の触媒内状態量）がリーンの時は、重み係数 k_r を 1 よりも大きい所定値に設定する。この所定値は、予め設定した固定値でも良いが、下流側センサ 2 7 の出力に応じてマップ又は数式により設定しても良い。

【 0 0 5 0 】

3 下流側センサ 2 7 の出力（実際の触媒内状態量）がストイキの時は、重み係数 k_r を 1 に設定する。尚、 $k_r = 1$ とする下流側センサ 2 7 の出力の範囲をある程度幅を持たせて、下流側センサ 2 7 の出力（実際の触媒内状態量）がストイキに近ければ、 $k_r = 1$ としても良い。

【 0 0 5 1 】

一方、上記ステップ 2 0 1 で、上流側センサ 2 3 の出力がリーンと判定されれば、ステップ 2 0 2 に進み、重み係数 k_l を用いて、前回演算時から今回演算時までの触媒内状態量の変化量 $OS(i)$ を次式により算出する。

$$OS(i) = k_l \times (\quad - ref) \times Q(i-d)$$

【 0 0 5 2 】

ここで、重み係数 k_l は、実際の触媒内状態量の代用情報となる下流側センサ 2 7 の出力（触媒 2 2 から流出する排出ガスの空燃比）に応じて次のように設定される。

【 0 0 5 3 】

1 下流側センサ 2 7 の出力（実際の触媒内状態量）がリッチの時は、重み係数 k_l を 1 よりも大きい所定値に設定する。この所定値は、予め設定した固定値でも良いが、下流側センサ 2 7 の出力に応じてマップ又は数式により設定しても良い。

【 0 0 5 4 】

2 下流側センサ 2 7 の出力（実際の触媒内状態量）がリーンの時は、重み係数 k_l を 1 よりも小さい所定値に設定する。この所定値は、予め設定した固定値でも良いが、下流側センサ 2 7 の出力に応じてマップ又は数式により設定しても良い。

【 0 0 5 5 】

3 下流側センサ 2 7 の出力（実際の触媒内状態量）がストイキの時は、重み係数 k_l

10

20

30

40

50

を1に設定する。尚、 $k_1 = 1$ とする下流側センサ27の出力の範囲をある程度幅を持たせて、下流側センサ27の出力（実際の触媒内状態量）がストイキに近ければ、 $k_1 = 1$ としても良い。

【0056】

上記ステップ202, 203で、下流側センサ27の出力に応じて触媒内状態量の変化量 $OS(i)$ の演算式のパラメータ（重み係数 k_r, k_1 ）を可変する処理が特許請求の範囲でいうパラメータ可変手段としての役割を果たす。また、上記ステップ202, 203で、パラメータ（重み係数 k_r, k_1 ）を用いて、触媒内状態量の変化量 $OS(i)$ を補正しながら求める処理が特許請求の範囲でいう補正手段としての役割を果たす。

【0057】

以上のようにしてステップ202又は203で、触媒内状態量の変化量 $OS(i)$ を算出した後、ステップ204に進み、触媒内状態量の変化量 $OS(i)$ を前回の触媒内状態量算出値 $OS(i-1)$ に積算して現在の触媒内状態量 $OS(i)$ を求める。

$$OS(i) = OS(i) + OS(i-1)$$

【0058】

その後、ステップ205に進み、触媒内状態量 $OS(i)$ の算出値を触媒22のリーン側/リッチ側飽和吸着量に相当するガード値 OS_{min}, OS_{max} でガード処理する。

【0059】

この後、ステップ206に進み、目標触媒内状態量 OS_{ref} と現在の触媒内状態量 $OS(i)$ との偏差 OS_{error} を算出する。

$$OS_{error} = OS_{ref} - OS(i)$$

【0060】

そして、次のステップ207で、PIDコントローラの比例ゲイン、積分ゲイン、微分ゲインをマップ等により算出した後、ステップ208に進み、各ゲインを用いて、PIDコントローラの制御パラメータ A_1, A_2, B_1, B_2, B_3 を前記実施形態(1)と同様の方法で算出する。

【0061】

この後、ステップ209に進み、上記制御パラメータ A_1, A_2, B_1, B_2, B_3 と過去の目標燃料過剰率 ref を用いて目標燃料過剰率補正量 $refB$ を次式により算出する。

$$refB = B_1 \cdot OS_{error}(i) - B_2 \cdot OS_{error}(i-1) + B_3 \cdot OS_{error}(i-2) + A_1 \cdot ref(i-1) - A_2 \cdot ref(i-2)$$

【0062】

そして、次のステップ210で、後述する図9の $refA$ 算出プログラムを実行して、サブフィードバックによる目標燃料過剰率補正量 $refA$ を算出する。この後、ステップ211に進み、上記ステップ209, 210で算出した2つの目標燃料過剰率補正量 $refB, refA$ をベース値“1”に加算して、触媒22上流側の目標燃料過剰率 ref を設定し、本プログラムを終了する。

$$ref = 1 + refA + refB$$

【0063】

一方、上記ステップ210で、図9の $refA$ 算出プログラムが起動されると、まず、ステップ301で、目標触媒内状態量 OS_{ref} と現在の触媒内状態量 $OS(i)$ との偏差 $OS_{error}(i)$ に応じて、サブフィードバックの制御パラメータ k_i, k_p を次式により算出する。

$$k_i = k_{is} \times OS_{error}(i)$$

$$k_p = k_{ps} \times OS_{error}(i)$$

ここで、 k_{is} と k_{ps} は、それぞれ制御パラメータ k_i, k_p のベース値である。

【0064】

この後、ステップ302に進み、現在の下流側センサ27の出力（実際の触媒内状態量）がリッチかリーンかを判別する。もし、下流側センサ27の出力がリッチと判定されれば

10

20

30

40

50

、ステップ303に進み、前回もリッチであったか否かを判定する。前回も今回もリッチである場合には、ステップ304に進み、前回の目標燃料過剰率補正量 $refA(i-1)$ に制御パラメータ k_i を加算して今回の目標燃料過剰率補正量 $refA(i)$ を求める。

$$refA(i) = refA(i-1) + k_i$$

【0065】

また、下流側センサ27の出力が前はリーン側で今回リッチに反転した場合は、ステップ305に進み、前回の目標燃料過剰率補正量 $refA(i-1)$ に制御パラメータ k_p を加算して今回の目標燃料過剰率補正量 $refA(i)$ を求める。

$$refA(i) = refA(i-1) + k_p$$

【0066】

一方、ステップ302で、現在の下流側センサ27の出力（実際の触媒内状態量）がリーンと判定された場合は、ステップ306に進み、前回もリーンであったか否かを判定する。前回も今回もリーンである場合には、ステップ308に進み、前回の目標燃料過剰率補正量 $refA(i-1)$ に制御パラメータ k_i を加算して今回の目標燃料過剰率補正量 $refA(i)$ を求める。

$$refA(i) = refA(i-1) + k_i$$

【0067】

また、下流側センサ27の出力が前はリッチ側で今回リーンに反転した場合は、ステップ307に進み、前回の目標燃料過剰率補正量 $refA(i-1)$ に制御パラメータ k_p を加算して今回の目標燃料過剰率補正量 $refA(i)$ を求める。

$$refA(i) = refA(i-1) + k_p$$

【0068】

以上のようにして、ステップ304、305、307、308のいずれかで、目標燃料過剰率補正量 $refA(i)$ を算出した後、ステップ309に進み、目標燃料過剰率補正量 $refA(i)$ を適正なガード値でガード処理して、本プログラムを終了する。

【0069】

以上説明した実施形態(2)の過渡時の制御特性を図10のタイムチャートを用いて説明する。図10のタイムチャートは、実施形態(2)の制御特性を実施形態(1)の制御特性と比較して示している。

【0070】

実施形態(2)では、触媒22の下流側に設置した下流側センサ27の出力（触媒22から流出する排出ガスの空燃比）が実際の触媒内状態量に追従して変化する点に着目し、触媒内状態量の変化量 $OS(i)$ の演算式のパラメータ（重み係数 k_r 、 k_l ）を下流側センサ27の出力（実際の触媒内状態量）に応じて可変するようにしたので、触媒内状態量 $OS(i)$ の算出値を下流側センサ27の出力（実際の触媒内状態量）に応じて逐次補正することができる。これにより、実施形態(2)では、触媒内状態量 $OS(i)$ の算出誤差（推定誤差）を実施形態(1)よりも少なくすることができ、実際の触媒内状態量に追従した応答性の良い空燃比制御を実施することができる。これにより、過渡時に触媒22上流側の燃料過剰率や、下流側センサ27の出力（実際の触媒内状態量）を早期にストイキに収束させることができ、過渡時でも安定した排出ガス浄化性能を維持することができる。

【0071】

しかも、本実施形態(2)では、触媒22の下流側の空燃比（下流側センサ27の出力）を目標燃料過剰率 ref に反映させるサブフィードバックの制御パラメータ k_i 、 k_p を、下流側センサ27の出力（実際の触媒内状態量）に応じて可変するようにしたので、下流側センサ27の出力（実際の触媒内状態量）に応じて目標燃料過剰率 ref を応答性良く可変することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態(1)を示すエンジン制御システム全体の概略構成図

【図2】実施形態(1)の目標算出プログラムの処理の流れを示すフローチャート（そ

10

20

30

40

50

の 1)

【図 3】実施形態 (1) の目標 算出プログラムの処理の流れを示すフローチャート (その 2)

【図 4】触媒内状態量 OS の算出値に対するガード値 OSmin , OSmax と空気量 Q との関係を示す図

【図 5】過渡運転時の燃料過剰率 と触媒内状態量 OS の挙動の一例を示すタイムチャート

【図 6】近似微分を用いて制御パラメータ A 1 , A 2 , B 1 , B 2 , B 3 を算出する方法を説明するフローチャート

【図 7】本発明の実施形態 (2) を示すエンジン制御システム全体の概略構成図

10

【図 8】実施形態 (2) の目標 算出プログラムの処理の流れを示すフローチャート

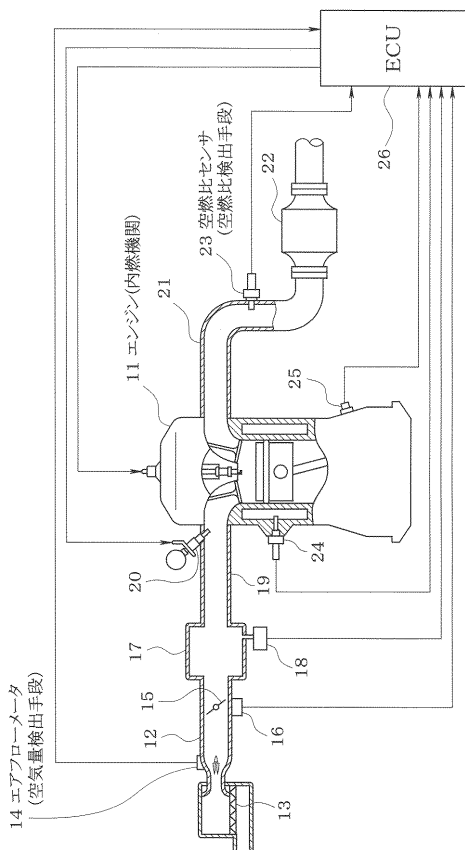
【図 9】 refA算出プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 10】実施形態 (2) の制御特性を実施形態 (1) の制御特性と比較して示すタイムチャート

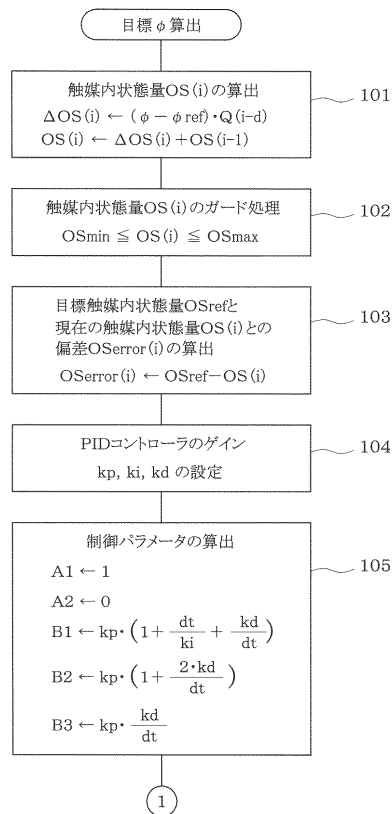
【符号の説明】

1 1 ...エンジン (内燃機関)、1 2 ...吸気管、1 4 ...エアフローメータ (空気量検出手段)、2 0 ...燃料噴射弁、2 1 ...排気管、2 2 ...触媒、2 3 ...空燃比センサ (空燃比検出手段、上流側センサ)、2 6 ... E C U (触媒内状態量算出手段、噴射制御手段、ガード処理手段、補正手段、パラメータ可変手段)、2 7 ...空燃比センサ (下流側センサ)。

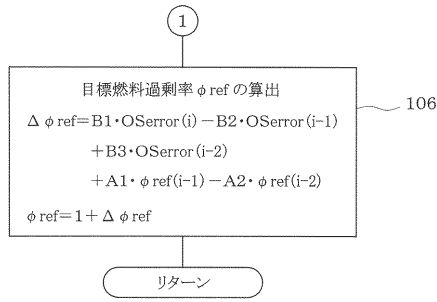
【図 1】



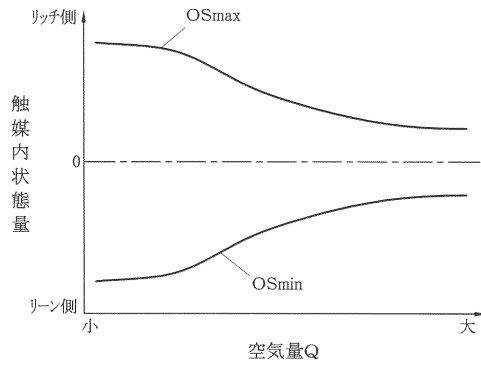
【図 2】



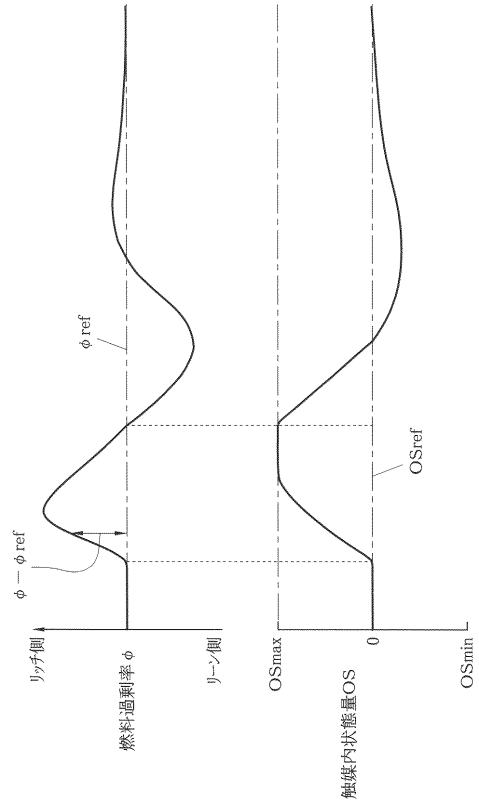
【図3】



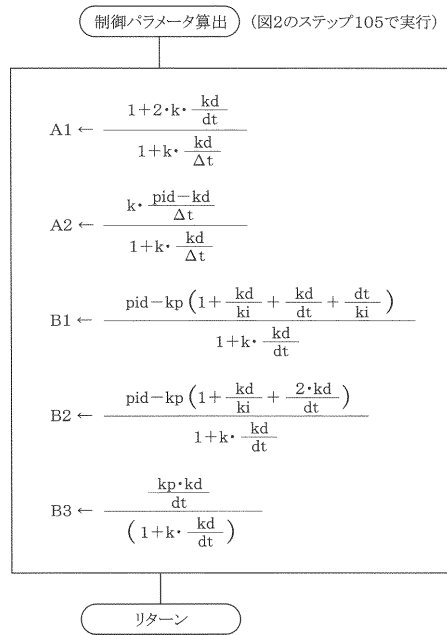
【図4】



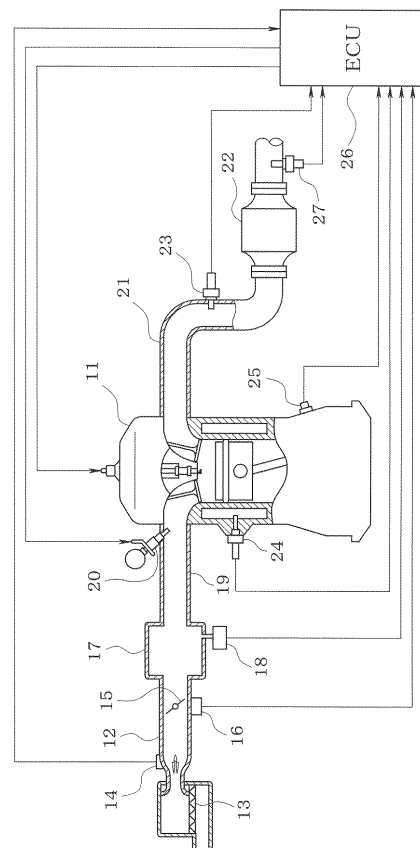
【図5】



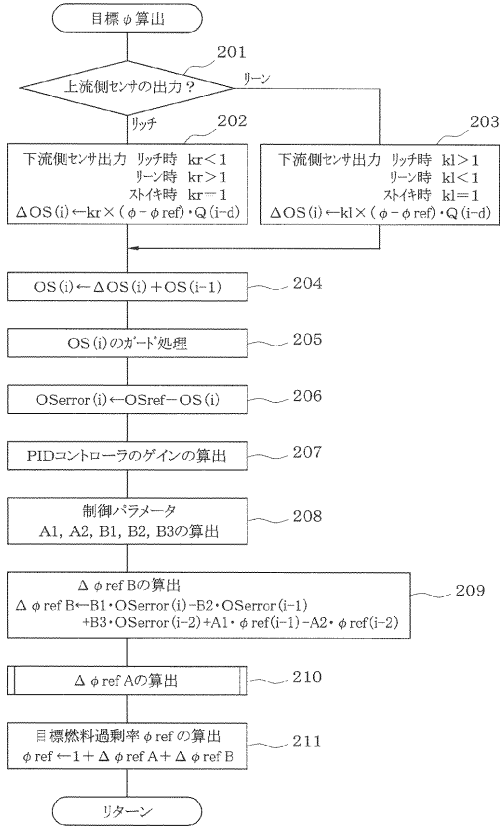
【図6】



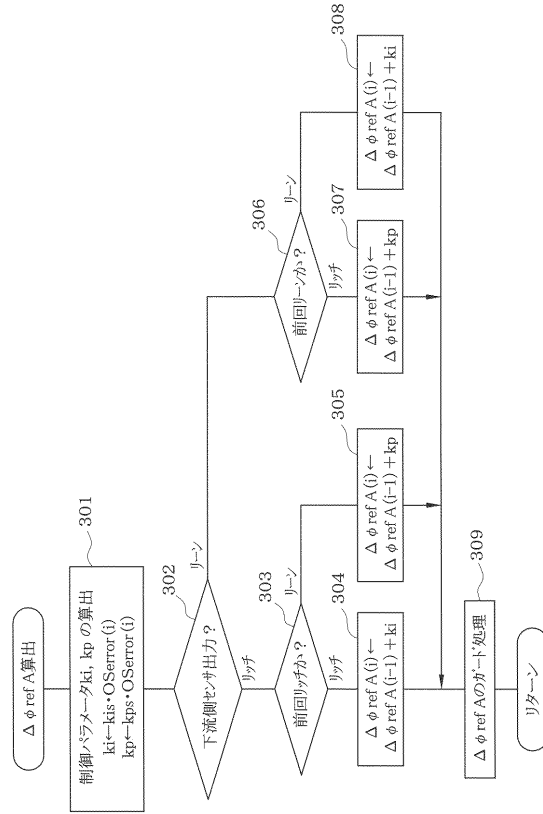
【図7】



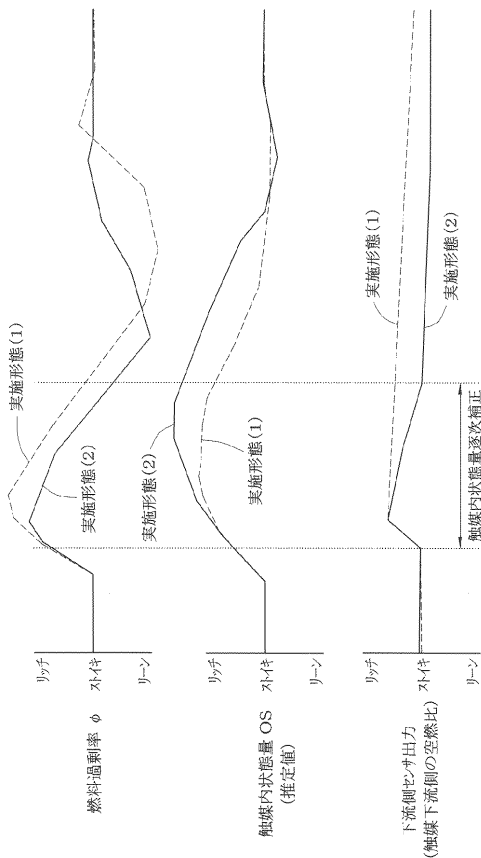
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 0 2 D 45/00 3 2 4

F 0 2 D 45/00 3 6 8 G

審査官 小川 恭司

(56)参考文献 特開平06-249032(JP,A)
特開2000-008921(JP,A)
特開平09-310636(JP,A)
特開平09-310635(JP,A)
特開平07-063111(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 41/00-41/40

F02D 43/00-45/00

F01N 3/02- 3/38