

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3925203号  
(P3925203)

(45) 発行日 平成19年6月6日(2007.6.6)

(24) 登録日 平成19年3月9日(2007.3.9)

(51) Int. Cl.

F I

FO1N 3/20 (2006.01)

FO1N 3/20 C

BO1D 53/94 (2006.01)

BO1D 53/36 1O3B

FO1N 3/08 (2006.01)

BO1D 53/36 1O1B

FO1N 3/24 (2006.01)

FO1N 3/08 A

FO1N 3/28 (2006.01)

FO1N 3/24 F

請求項の数 5 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-3570 (P2002-3570)  
 (22) 出願日 平成14年1月10日(2002.1.10)  
 (65) 公開番号 特開2003-206728 (P2003-206728A)  
 (43) 公開日 平成15年7月25日(2003.7.25)  
 審査請求日 平成16年11月29日(2004.11.29)

(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 100089244  
 弁理士 遠山 勉  
 (74) 代理人 100090516  
 弁理士 松倉 秀実  
 (74) 代理人 100098268  
 弁理士 永田 豊  
 (74) 代理人 100100549  
 弁理士 川口 嘉之  
 (72) 発明者 柴田 大介  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置及びその劣化判定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の排気通路中に設けられて還元剤の添加により活性化可能な排気浄化装置と、前記内燃機関が作動している状態から停止することを条件に前記排気浄化装置に還元剤を添加する還元剤添加手段と、この排気浄化装置本体に設けられて排気浄化装置温度を測定する排気浄化装置温度測定手段と、前記還元剤添加手段により還元剤を添加した時期から還元剤の添加により前記排気浄化装置温度が上昇した後に低下して所定の温度に到達する時期までの時間を測定する温度到達時間測定手段と、前記温度到達時間測定手段により計測した時間が、所定の時間以上であるならば劣化していないと判定し、所定の時間より短ければ劣化していると判断する劣化判定手段と、を備えた排気浄化装置の劣化判定装置。

10

【請求項2】

前記排気浄化装置温度が還元剤の添加により活性化する還元剤活性化温度未満であるならば、内燃機関が停止しても前記排気浄化装置に還元剤添加を行わないことを特徴とする請求項1に記載の排気浄化装置の劣化判定装置。

【請求項3】

前記排気浄化装置は、前記排気浄化装置の上流に設けられて排気浄化装置に流入する排気温度を測定する排気温度測定手段を更に有し、この流入する排気温度より前記排気浄化装置温度が高いならば、内燃機関が停止しても前記排気浄化装置に還元剤添加が行われないことを特徴とする請求項1又は2に記載の排気浄化装置の劣化判定装置。

20

**【請求項 4】**

前記排気浄化装置は、流入する排気が酸素濃度過剰状態の時に排気中に存在する窒素酸化物をその駆体に吸蔵し、同じく流入する排気が酸素濃度希薄状態の時に駆体に吸蔵した窒素酸化物を放出還元する吸蔵還元機能を有すると共に前記窒素酸化物の吸蔵量を推定する吸蔵量推定手段を有し、前記吸蔵量推定手段により窒素酸化物の吸蔵量が所定量未満と推定されたならば、内燃機関が停止しても前記排気浄化装置に還元剤添加が行われないことを特徴とする請求項 1 ～ 3 何れかに記載の排気浄化装置の劣化判定装置。

**【請求項 5】**

内燃機関が作動しており、この内燃機関の排気通路に設けられた排気浄化装置が還元剤の添加により活性化可能な状態で、この内燃機関を停止することを知覚した際に排気浄化装置に還元剤を添加して昇温させ、前記還元剤添加時からこの排気浄化装置の温度が低下して所定の温度に到達するまでの時間を測定し、その測定結果が予め定められた所定の時間以上であるならば劣化していないと判定し、その測定結果が予め定められた所定の時間より短ければ劣化していると判定する、排気浄化装置の劣化を判定する排気浄化装置の劣化判定方法。

10

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は内燃機関の排気浄化装置に関し、特にその劣化判定方法に関する。

**【0002】**

20

**【従来の技術】**

排気中の窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ ) を浄化する触媒の一つとして、酸素濃度過剰 (リーン) 状態で  $\text{NO}_x$  を吸蔵し、排気中に還元剤である燃料を添加して酸素濃度希薄 (リッチ) 状態にした時に吸蔵した  $\text{NO}_x$  を放出し、活性化された触媒 (白金 Pt 等) により燃料 ( $\text{HC}$ ) と反応させ、 $\text{N}_2$  に還元して外気に排出する吸蔵還元型  $\text{NO}_x$  触媒がある。

**【0003】**

この  $\text{NO}_x$  触媒は、前記のように排気中の  $\text{NO}_x$  をリーンの時に吸蔵、リッチの時に放出する  $\text{NO}_x$  吸蔵剤と、還元剤である燃料により活性化されて、排出された  $\text{NO}_x$  と酸化還元反応を起こさせる貴金属触媒とから構成され、それぞれ吸蔵放出機能、活性化機能を組み合わせて排気を浄化している。

30

**【0004】**

よって、この  $\text{NO}_x$  触媒が劣化する要因としては前記の  $\text{NO}_x$  吸蔵剤の吸蔵放出機能の低下、及び貴金属触媒の活性化機能の低下がある。これらの原因としては、硫黄 ( $\text{S}$ ) 被毒による  $\text{NO}_x$  吸蔵能力の低下や、シタリングによる貴金属触媒の活性化の低下などが例示できる。

**【0005】**

これら触媒の劣化程度を判定する方法として、例えば特開平 08 - 232644 号公報にあるように、 $\text{NO}_x$  を放出するべく触媒雰囲気のリッチ状態にした後に触媒より  $\text{NO}_x$  放出が完了する (空燃比センサの出力レベルがリッチ空燃比に対応する出力レベルになる) までの時間から触媒劣化度を判定する方法や、特開 2000 - 104536 号公報の触媒の下流側に設けた  $\text{NO}_x$  センサの信号 ( $\text{NO}_x$  センサ信号の時間線図、この時間線図における  $\text{NO}_x$  濃度の勾配、触媒再生過程の時間) に基づいて触媒劣化を判定する方法などがある。

40

**【0006】**

これらの触媒劣化判定方法は、何れも排気中の  $\text{NO}_x$  又は酸素 ( $\text{O}_2$ ) 等の濃度を計測してその値により劣化を求める方法である。よって、この気体濃度を測定するためには測定を行うセンサ周辺の気体が流動していることが必要となる。もし気体が流動していないのであれば、それはそのセンサ周辺の排気濃度を測定したに過ぎず、そのセンサ上流にある触媒雰囲気の濃度や、内燃機関より排出される排気の濃度を測定したことにはならない。よって前記の触媒劣化判定方法を行う際には、必然的に内燃機関が作動して、排気を排出

50

し、流動していることが必要になる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

内燃機関が作動している状態では、この内燃機関に係る負荷、回転数などに起因して、排出する排気の温度、濃度、流速及び流量等の諸条件が異なることになる。これに対して前述の触媒劣化判定方法は、何れも内燃機関の運転中に触媒劣化判定を行うものであり、内燃機関の運転状態に起因して発生する諸条件の変動を考慮して触媒劣化判定を行う必要がある。

【0008】

本発明は、前記問題に鑑みて行うものであり、内燃機関の諸条件に左右されずに触媒の劣化判定を行うことを課題とする。

10

【0009】

【課題を解決するための手段】

前記の問題を解決するために、内燃機関が作動しており、この内燃機関の排気通路に設けられた排気浄化装置が還元剤の添加により活性化可能な状態で、この内燃機関を停止することを感じた際に排気浄化装置に還元剤を添加して昇温させ、前記還元剤添加時からこの排気浄化装置の温度が低下して所定の温度に到達するまでの時間を測定し、その測定結果が予め定められた所定の時間以上であるならば劣化していないと判定し、その測定結果が予め定められた所定の時間より短ければ劣化していると判定する、排気浄化装置の劣化を判定する排気浄化装置の劣化判定方法により劣化を判定する。

20

【0010】

この劣化判定方法を行うために、内燃機関の排気通路中に設けられて還元剤の添加により活性化可能な排気浄化装置と、前記内燃機関が作動している状態から停止することを条件に前記排気浄化装置に還元剤を添加する還元剤添加手段と、この排気浄化装置本体に設けられて排気浄化装置温度を測定する排気浄化装置温度測定手段と、前記還元剤を添加した時期から還元剤の添加により前記排気浄化装置温度が上昇した後に低下して所定の温度に到達する時期までの時間を測定する温度到達時間測定手段と、前記温度到達時間測定手段により計測した時間が、所定の時間以上であるならば劣化していないと判定し、所定の時間より短ければ劣化していると判断する劣化判定手段と、を備えた排気浄化装置の劣化判定装置を用いた。

30

【0011】

すなわち、内燃機関が停止することを感じると同時に触媒を設けた排気浄化装置に燃料添加を行い、この燃料により排気浄化装置温度である触媒床温度が昇温されて触媒が活性化される。その後に触媒床温度が低下して触媒が活性化を停止する所定の温度になるまでの時間を計測する。そして燃料添加後からこの所定の温度になるまでの時間と、劣化していない触媒で同様に燃料を添加し、触媒床温度を上昇させた後に低下して所定の温度になるまでの時間とを比較して、前記の触媒が劣化しているかどうかを判断する方法及びこの方法を行うための装置を用いたのである。また、ここで記した所定の温度は、前記排気浄化装置に設けられた触媒と同種の新触媒において、この新触媒が活性化する温度まで昇温した後に温度低下して活性化を停止する温度とする。

40

【0012】

内燃機関が停止した後に触媒の劣化判定制御を行うため、内燃機関にて発生する諸条件に影響されることなく、均等な条件下で劣化判定を行うことが可能となる。

【0013】

本発明では劣化の判断基準として触媒に燃料添加した際にこの燃料が酸化還元反応をして、触媒床温度が昇温している時間を用いたが、この温度を測定する手段として、例えば熱電対等で直接触媒床温度を測定することが可能である。これにより内燃機関が停止した状態で、気体の流れが無い状態の触媒床温度を測定することが可能である。また、前記触媒床温度を測定するにあたり、直接触媒床温度を測定できない場合がある。この場合には前記触媒の下流側に温度測定手段を設けて触媒より流出する排気温度を測定し、この温度を

50

間接的に触媒床温度として用いてもよい。

【0014】

本発明を実施する条件として、前記排気浄化装置温度が還元剤の添加により活性化する還元剤活性化温度未満であるならば、内燃機関が停止しても前記排気浄化装置に還元剤添加が行われないこととした。

【0015】

また、他の条件として、前記排気浄化装置は、前記排気浄化装置の上流に設けられて排気浄化装置に流入する排気温度を測定する排気温度測定手段を更に有し、この流入する排気温度より前記排気浄化装置温度が高いならば内燃機関が停止しても前記排気浄化装置に還元剤添加が行われないこととした。

10

【0016】

本発明では、還元剤である燃料を触媒に添加してその触媒の昇温を測定するものである。しかし触媒床温度が燃料を添加して昇温反応する還元剤活性化温度未満であるならば、添加した燃料が触媒に付着したままになり、触媒の劣化判定を行うことができない。また、排気浄化装置温度が排気浄化装置流入温度より高温であるならば、排気浄化装置内の触媒にて燃料による昇温反応が進行中である。よってこの状態で燃料を添加し、その触媒昇温時間の測定を行っても、事前に燃料が存在しているため正確な時間は測定不可能である。よってこれらの条件下では本発明の制御は行われない。

【0017】

前記排気浄化装置は、流入する排気が酸素過剰状態の時に排気中に存在する窒素酸化物をその駆体に吸蔵し、同じく流入する排気が酸素希薄状態の時に駆体に吸蔵した窒素酸化物を放出還元する吸蔵還元機能を有すると共に前記窒素酸化物の吸蔵量を推定する吸蔵量推定手段を有し、前記吸蔵量推定手段により窒素酸化物の吸蔵量が所定量未満と推定されたならば、内燃機関が停止しても前記排気浄化装置に還元剤添加が行われないこととした。

20

【0018】

前記触媒は、周辺雰囲気により $\text{NO}_x$ を吸蔵、放出する $\text{NO}_x$ 吸蔵剤により構成されている。よって添加された燃料が $\text{NO}_x$ 吸蔵剤より放出された $\text{NO}_x$ と酸化還元反応を起こす際に発生する熱により昇温する手段を有する。しかし内燃機関停止後、劣化判定を行う際に、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤に吸蔵している $\text{NO}_x$ 量が添加された燃料と反応する量以下の場合には、触媒の昇温能力が低下することとなる。これにより、触媒劣化により温度が低下したのか、酸化還元反応不足のために温度が低下したのかが、判別できなくなる。したがって $\text{NO}_x$ 吸蔵量推定手段により $\text{NO}_x$ 吸蔵量を推定し、その推定された吸蔵量が所定量未満ならば、前記排気浄化装置に還元剤添加を行わないこととした。

30

【0019】

以上より、内燃機関の運転状態による排気濃度、排気流量等の変動に関わりなく、触媒劣化判定を行うことが可能となる。

【0020】

【発明の実施の形態】

本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の劣化判定装置及び方法を、ディーゼルエンジンシステムに適用した実施の形態について説明する。

40

【0021】

図1において、内燃機関（以下、エンジンという）1は、燃料供給系10、燃焼室20、吸気系30及び排気系40等を主要部として構成される直列4気筒のディーゼルエンジンシステムである。以下、本ディーゼルエンジンシステムの構成について説明する。

【0022】

燃料供給系10は、サンプライポンプ11、蓄圧室（コモンレール）12、燃料噴射弁13、遮断弁14、燃料添加ノズル17、機関燃料通路P1及び添加燃料通路P2等を備えて構成される。

【0023】

50

サプライポンプ 11 は燃料タンク（図外）からくみ上げた燃料を高圧にし、機関燃料通路 P1 を介してコモンレール 12 に供給する。コモンレール 12 はサプライポンプ 11 から供給された高圧燃料を所定の圧力に保持（蓄圧）する機能を有し、この蓄圧した燃料を各燃料噴射弁 13 に分配する。燃料噴射弁 13 はその内部に電磁ソレノイド（図外）を備えた電磁弁であり、適宜開弁して燃焼室 20 内に燃料を供給噴射する。

【0024】

他方、サプライポンプ 11 は、燃料タンクからくみ上げた燃料の一部を添加燃料通路 P2 を介して燃料添加ノズル 17 に供給する。添加燃料通路 P2 にはサプライポンプ 11 から燃料添加ノズル 17 に向かって遮断弁 14 が配設されている。遮断弁 14 は緊急時において、添加燃料通路 P2 を遮断し、燃料供給を中止する。燃料添加ノズル 17 は燃料噴射弁 13 と同様な電磁弁であり、排気系 40 内に還元剤である燃料を噴射添加する。

10

【0025】

吸気系 30 は、各燃焼室 20 内に供給される吸気空気の通路（吸気通路）を形成する。一方、排気系 40 は、各燃焼室 20 から排出される排気ガスの通路（排気通路）を形成する。

【0026】

また、このエンジン 1 には、周知の過給器（ターボチャージャ）50 が備えられている。ターボチャージャ 50 は、シャフト 51 を介して連結されたタービンホイール 52 とコンプレッサ 53 とを備える。一方のコンプレッサ 53 は吸気系 30 内の吸気に晒され、他方のタービンホイール 52 は排気系 40 内の排気ガスに晒されている。このような構成を有するターボチャージャ 50 は、タービンホイール 52 が受ける排気流（排気圧）を利用してコンプレッサ 53 を回転させ、吸気圧を高める効果（過給効果）を有する。

20

【0027】

吸気系 30 において、ターボチャージャ 50 下流に設けられたインタークーラ 31 は、過給によって昇温した吸入空気を強制冷却する。インタークーラ 31 よりも更に下流に設けられたスロットル弁 32 は、その開度を無段階に調節することができる電子制御式の開閉弁であり、所定の条件下において吸気通路の流路面積を絞り、同吸入空気の供給量を調整（低減）する機能を有する。

【0028】

また、エンジン 1 には、燃焼室 20 の上流（吸気系 30）及び下流（排気系 40）をバイパスする排気環流通路（EGR 通路）60 が形成されている。具体的には、EGR 通路 60 は排気系 40 におけるターボチャージャ 50 上流の排気集合管 40a と吸気系 30 におけるスロットル弁 32 の下流側を連通している。この EGR 通路 60 は、排気ガスの一部を適宜吸気系 30 に戻す機能を有する。EGR 通路 60 には、電子制御によって無段階に開閉され、同通路を流れる排気流量を自在に調節することが可能な EGR 弁 61 と、EGR 通路 60 を通過（環流）する排気ガスを冷却するための EGR クーラ 62 が設けられている。

30

【0029】

また、排気系 40 において、燃焼室より接続する排気集合管 40a がシリンダヘッドに連結されている。タービンホイール 52 が設けられた部位より下流側には、排気ガスの流路に沿って排気通路 40b、その下流に NOx 触媒ケーシング 42、更に下流に排気通路 40c が順次連結されている。NOx 触媒ケーシング 42 には、後述するように排気ガス中に含まれる NOx 等の有害成分を浄化する吸蔵還元型 NOx 触媒 42b が収容されている。

40

【0030】

また、エンジン 1 の各部位には、各種センサが取り付けられており、当該部位の環境条件やエンジン 1 の運転状態に関する信号を出力する。

【0031】

すなわち、レール圧センサ 70 は、コモンレール 12 内に蓄えられている燃料の圧力に応じた検出信号を出力する。燃圧センサ 71 は、添加燃料通路 P2 内を流通する燃料のうち

50

、燃料添加ノズル 17 へ導入される燃料の圧力（燃圧）に応じた検出信号を出力する。エアフローメータ 72 は、吸気系 30 内のスロットル弁 32 上流において吸入空気の流量（吸気量）に応じた検出信号を出力する。空燃比（A/F）センサ 73 は、排気系 40 の触媒ケーシング 42 上流において排気ガス中の酸素濃度に応じて連続的に変化する検出信号を出力する。排気温度センサ 74 は、同じく排気系 40 の触媒ケーシング 42 下流において排気ガスの温度（排気温度）に応じた検出信号を出力する。NOx センサ 75 は、同じく排気系 40 の触媒ケーシング 42 下流において排気ガス中の NOx 濃度に応じて連続的に変化する検出信号を出力する。触媒流入排気温度センサ 78 は触媒ケーシング 42 入口において流入する排気ガスの温度に応じた検出信号を出力する。触媒温度センサ 79 は触媒ケーシング 42 中において触媒床温度に応じた検出信号を出力する。

10

#### 【0032】

また、アクセル開度センサ 76 はアクセルペダル（図外）に取り付けられ、同ペダルの踏込量に応じてエンジン 1 において要求する仕事量の基となる検出信号を出力する。クランク角センサ 77 は、エンジン 1 の出力軸（クランクシャフト）が一定角度回転する毎に検出信号（パルス）を出力する。イグニッションスイッチ（I.G）90 はエンジン 1 の始動制御、停止制御を開始する信号を出力すると共に、主電源のスイッチとなる。これら各センサ 70 ~ 79、90 は、電子制御装置（ECU）80 と電氣的に接続されている。

#### 【0033】

図 2 に示すように、ECU 80 は中央演算処理装置（CPU）81、読み出し専用メモリ（ROM）82、ランダムアクセスメモリ（RAM）83 及び運転停止後も記憶した情報が消去されないバックアップ RAM 84、タイマカウンタ 85 等と、A/D 変換器を含む入力ポート 86 と、出力ポート 87 とが、双方向性バス 88 により接続されて構成される論理演算回路を備える。

20

#### 【0034】

ECU 80 は、前記各種センサの検出信号を入力ポート 86 を介して入力し、これら信号に基づいて ECU 80 に有する CPU 81 において、ROM 82 に記憶されているプログラムから、エンジン 1 の燃料噴射等についての基本制御を行う他、還元剤（還元剤として機能する燃料）添加に係る燃料噴射の供給量の決定や添加時期等に関する燃料添加制御等、エンジン 1 の運転状態に関係する各種制御及び、エンジン 1 を停止する際に係る制御等を行う。

30

#### 【0035】

尚、燃料噴射弁 13 を通じて各気筒に燃料を供給する燃料供給系 10、排気系 40 に備えられた NOx 触媒、及びこれら燃料供給系 10 や NOx 触媒の機能を制御する ECU 80 等は、併せて本実施の形態に係るエンジン 1 の排気浄化装置を構成する。前記燃料添加制御等は、当該制御に関する指令信号を出力する ECU 80 を含め、この排気浄化装置を構成する各種部材の作動を通じて実施される。

#### 【0036】

次に、以上説明したエンジン 1 の構成要素のうち、排気系 40 に設けられた触媒ケーシング 42 について、その構成及び機能を詳しく説明する。

#### 【0037】

図 3 は、図 1 に示した触媒ケーシング 42 を、その内部構造の一部と共に拡大して示す断面図である。触媒ケーシング 42 は、その内部に吸蔵還元型 NOx 触媒 42b を収容する。

40

#### 【0038】

NOx 触媒 42b は、例えばアルミナ（ $Al_2O_3$ ）を主材料とした担体とし、この担体の表面に NOx 吸蔵剤として機能する、例えばカリウム（K）、ナトリウム（Na）、リチウム（Li）、セシウム（Cs）のようなアルカリ金属、バリウム（Ba）、カルシウム（Ca）、のようなアルカリ土類金属、あるいはイットリウム（Y）のような希土類と、酸化触媒（貴金属触媒）として機能する、例えば白金（Pt）のような貴金属とが担持されることによって構成される。なお、本実施の形態においては、排気ガス中の微粒子

50

を捕集するフィルタ上に $\text{NO}_x$ 吸蔵剤が担持されている。

【0039】

$\text{NO}_x$ 吸蔵剤は、排気ガス中の酸素濃度が高い状態では $\text{NO}_x$ を保持し、排気ガス中の酸素濃度が低い状態では $\text{NO}_x$ を放出する特性を有する。また、排気ガス中に $\text{NO}_x$ が放出された時、排気ガス中に $\text{HC}$ や $\text{CO}$ 等が存在していれば、貴金属触媒がこれら $\text{HC}$ や $\text{CO}$ の酸化反応を促すことで、 $\text{NO}_x$ を酸化成分、 $\text{HC}$ や $\text{CO}$ を還元成分とする酸化還元反応が両者間で起こる。すなわち、 $\text{HC}$ や $\text{CO}$ は $\text{CO}_2$ や $\text{H}_2\text{O}$ に酸化され、 $\text{NO}_x$ は $\text{N}_2$ に還元される。

【0040】

また、 $\text{NO}_x$ 触媒42bを構成している貴金属触媒は $\text{HC}$ の酸化を促して、 $\text{HC}$ の酸化反応熱により触媒床温度を昇温させる。

10

【0041】

また、 $\text{NO}_x$ 吸蔵剤は排気ガス中の酸素濃度が高い状態である時にでも所定の限界量の $\text{NO}_x$ を保持すると、それ以上 $\text{NO}_x$ を保持しなくなる。エンジン1では、触媒ケーシング42内に収容された $\text{NO}_x$ 触媒42bの $\text{NO}_x$ 保持量が限界に達する前に、排気通路の触媒ケーシング42上流に還元剤を添加供給することで、 $\text{NO}_x$ 触媒42bを活性化して保持された $\text{NO}_x$ を還元浄化し、 $\text{NO}_x$ 触媒42bの $\text{NO}_x$ 保持能力を回復させるといった制御を所定のインターバルで繰り返す。

【0042】

以下 $\text{NO}_x$ 浄化について具体的に述べる。

20

【0043】

一般に、ディーゼルエンジンでは、燃焼室内で燃焼に供される燃料及び空気の混合気の酸素濃度が、殆どの運転領域で高濃度状態にある。燃焼に供される混合気の酸素濃度は、燃焼に供された酸素を差し引いてそのまま排気ガス中の酸素濃度に反映されるのが通常であり、混合気中の酸素濃度（空燃比）が高ければ、排気ガス中の酸素濃度（空燃比）も基本的には同様に高くなる。

【0044】

一方、上述したように、 $\text{NO}_x$ 触媒42bは排気ガス中の酸素濃度が高ければ $\text{NO}_x$ を保持し、低ければ $\text{NO}_x$ を $\text{NO}_2$ 若しくは $\text{NO}$ に還元する特性を有するため、排気ガス中の酸素が高濃度にある限り $\text{NO}_x$ を保持し続ける。但し、当該 $\text{NO}_x$ 触媒42bの $\text{NO}_x$ 保持量には限界が存在し、同 $\text{NO}_x$ 触媒42bが限界量の $\text{NO}_x$ を保持した状態では、排気ガス中の $\text{NO}_x$ は同 $\text{NO}_x$ 触媒42bに保持されず触媒ケーシング42を素通りする。

30

【0045】

$\text{NO}_x$ 触媒の $\text{NO}_x$ 保持作用を復帰させるため、還元剤を $\text{NO}_x$ 吸蔵剤に添加する必要があるが、エンジンの構成上、通常の燃料噴射を行った場合に、酸素濃度が低い、すなわち還元剤である燃料を多量に含んだ排気ガスは排出され難い。

【0046】

よって、内燃機関の燃焼室にて行われる動力転化用の主燃料噴射とは別に主に未燃焼燃料として燃料を噴射する副次的燃料噴射を行う方法や、排気通路に設けられ、排気ガス中に燃料を噴射する方法等を行う。この方法により燃料を排気ガス中に添加して排気ガス中の還元剤成分を増量させ、この還元成分により $\text{NO}_x$ 保持作用を復帰させる。

40

【0047】

エンジン1のECU80は、 $\text{NO}_x$ センサ75の出力信号に基づいて $\text{NO}_x$ 触媒42b下流における排気ガス中の $\text{NO}_x$ 濃度を連続的に観測する。 $\text{NO}_x$ 触媒42bによる $\text{NO}_x$ の保持能力（保持効率）は、当該 $\text{NO}_x$ 触媒42bに保持されている $\text{NO}_x$ 量が多くなるほど、言い換えれば、 $\text{NO}_x$ 触媒42bに保持されている $\text{NO}_x$ 量が当該 $\text{NO}_x$ 触媒42bの保持し得る $\text{NO}_x$ の最大量（飽和量）に近づくほど低くなる。すなわち、 $\text{NO}_x$ 触媒42b内における $\text{NO}_x$ の保持量が増大すれば、当該触媒ケーシング42を素通りして下流に排出される $\text{NO}_x$ 濃度も上昇するようになる。こうした両者の推移様態には、相関性があるため、 $\text{NO}_x$ 濃度の推移様態に基づいて $\text{NO}_x$ 触媒42b内における $\text{NO}_x$ の保持

50

量を把握することができる。

【 0 0 4 8 】

そこで、E C U 8 0 は、触媒ケーシング 4 2 下流における N O x 濃度が所定濃度を上回ったところで、N O x 触媒 4 2 b 内の N O x 保持量が所定量に達したものと判断して、燃料添加手段を用いて、排気ガス中に未燃焼燃料を含ませることにより、排気系 4 0 の触媒ケーシング 4 2 上流に燃料を添加して、触媒ケーシング 4 2 内に流入する排気ガス中の還元成分量を一時的に増量し、空燃比を低下させて、触媒中の N O x を還元剤である燃料と反応させて浄化する。

【 0 0 4 9 】

主な制御方法としては、アクセル開度センサ 7 6、クランク角センサ 7 7、タイマカウンタ 8 5 等の出力信号等をバックアップ R A M 8 4 上に蓄積した運転履歴等から C P U 8 1 にて R O M 8 2 に記憶してあるプログラムと比較して浄化方法である燃料添加を行うかどうかを判断する。

【 0 0 5 0 】

以上の N O x 触媒 4 2 b 回復方法により N O x 触媒 4 2 b は再び N O x 浄化能力を回復するが、この N O x 触媒 4 2 b の回復を繰り返し行ううちに、経年劣化等により触媒の排気浄化性能は徐々に衰えていく。

【 0 0 5 1 】

触媒の排気浄化性能が衰えて発生する問題としては、還元剤の添加により触媒が活性化する還元剤活性化温度の上昇や、触媒の反応性能の低下等が例示できる。これにより新しい状態の触媒（新触媒）の還元剤活性化温度等を所定の温度として劣化した触媒で N O x 浄化制御を行うと、その還元剤活性化温度の違いから十分な N O x 浄化が行えない。よって N O x 触媒 4 2 b の劣化程度を判定し、それに応じた N O x 浄化制御を行う必要がある。

【 0 0 5 2 】

以下、N O x 触媒の劣化判定方法について述べる。

【 0 0 5 3 】

前述したように劣化した触媒は劣化していない触媒に比較して活性化温度の上昇及び触媒の反応性能等が低下する。よって図 4 に示すように、劣化している触媒と劣化していない触媒に同一条件で燃料を添加すると一回昇温した後に低下して触媒の活性が停止する所定の温度に到達するまでの時間が変化する。この特性を用いて、N O x 触媒 4 2 b に還元剤となる燃料を添加した後、その触媒活性化時間を測定し、この触媒活性化時間の減少を触媒の劣化の要因として触媒の劣化を判定する。

【 0 0 5 4 】

前記の触媒活性化時間を測定するにあたり、エンジン 1 よりの諸影響、つまり排気流量、排気濃度等の影響が無い状態で測定を行うほうが、より正確な測定を行うことができる。これより N O x 触媒 4 2 b の雰囲気をもっとも安定している状態であるエンジン 1 の停止後、まだ N O x 触媒 4 2 b の床温度が燃料添加により活性化可能な温度の状態触媒活性化時間の測定を行う。

【 0 0 5 5 】

エンジン 1 の停止後に触媒活性化時間の測定を行うために、エンジン 1 を停止すると同時に燃料添加を行う。これは I . G 9 0 を停止側にするとともにこの停止信号が E C U 8 0 に送られる。これにより E C U 8 0 はエンジン停止制御を行うが、このエンジン停止制御を行うと同時に、触媒劣化判定制御を行う。以下、触媒劣化判定制御及びエンジン停止制御について説明する。

【 0 0 5 6 】

エンジン 1 を停止する際には、先ず I . G 9 0 を停止側にすることにより、停止信号が E C U 8 0 にて検出される。この検出信号に基づいて C P U 8 1 は R O M 8 2 に記憶されたエンジン停止制御を実行する。主な制御としては、燃料供給系 1 0 の停止、及びスロットル弁 3 2 の閉鎖による燃焼物への酸素の供給停止、エンジン 1 の冷却等に係るエンジン停止後も作動する装置への電力供給及びこの電力の遮断時間の設定等がある。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 5 7 】

前記 I . G 9 0 を停止側にすると同時に、E C U 8 0 において触媒温度センサ 7 9 よりの信号を検出し、添加された燃料により活性化する還元剤活性化温度に触媒床温度が到達しているかどうかを判断する。次に触媒流入排気温度センサ 7 8 よりの信号を検出し、触媒温度センサ 7 9 との温度差を測定する。ここで触媒温度センサ 7 9 より検出した温度が触媒流入排気温度センサ 7 8 より検出した温度より高温を示した場合には、N O x 触媒 4 2 b 内にて昇温反応が発生している可能性があるため、エンジン 1 が停止しても燃料添加は行わずに通常のエンジン停止制御を行う。

## 【 0 0 5 8 】

触媒温度センサ 7 9 より検出した温度が触媒流入排気温度センサ 7 8 より検出した温度とほぼ等しい温度かそれ以下の温度ならば、次にタイマカウンタ 8 5 及び R A M 8 3 に予め記憶してある前回燃料添加した時期及びエンジン 1 始動後から今回エンジン 1 を停止した時期までの時間を算出する。前記何れかの時間が所定の時間以内ならば、N O x が N O x 触媒 4 2 b に添加された燃料と反応する所定量蓄積されていないと推定され、エンジン 1 が停止しても燃料添加は行わずに通常のエンジン停止制御を行う。

10

## 【 0 0 5 9 】

前記の測定時間が所定の時間より長ければ、燃料添加ノズル 1 7 より排気通路中に燃料を添加する。このとき、C P U 8 1 において、R O M 8 2 に記憶されているマップ A ( 図 5 ) に基づき、燃料添加時の触媒床温度から燃料添加量 S が決定される。このマップ A は劣化していない新触媒において所定の触媒床温度時に添加された燃料が、この新触媒の活性化を停止させる触媒床温度以下になるまで反応を続けるに必要な燃料量を示したものである。よって前記マップ A に基づいて、燃料添加ノズル 1 7 の電磁ソレノイドを制御して所定量を排気中に添加する。

20

## 【 0 0 6 0 】

E C U 8 0 にて燃料添加を行うことが決定されると共に、触媒劣化判定制御が終了するまで E C U 8 0 の電源が停止されないように E C U 8 0 の R O M 8 2 に記憶された電源停止制御が実行に移される。

## 【 0 0 6 1 】

前記燃料が添加された時から、触媒温度センサ 7 9 の信号を検出し、この検出結果が予め定められた新触媒が活性化を停止する所定の温度に到達するまでの時間 ( 触媒活性化時間 ) ( T a c t ) をタイマカウンタ 8 5 にて計測する。また、C P U 8 1 は R O M 8 2 に記憶してあるマップ B ( 図 6 ) より、劣化していない触媒において所定の触媒床温度及び触媒流入排気温度の時に燃料を添加し、この添加燃料により触媒床温度が所定の温度になるまで昇温反応を続ける時間である活性予想時間 ( T t r g ) を読み込む。

30

## 【 0 0 6 2 】

C P U 8 1 において、前記タイマカウンタ 8 5 で計測した燃料添加時から所定の温度に到達する時間 ( 触媒活性化時間 ) ( T a c t ) と活性予想時間 ( T t r g ) とを比較し、T a c t が T t r g より短いのであれば当該 N O x 触媒 4 2 b は劣化していると判定される。T a c t が T t r g 以上であるならば当該 N O x 触媒 4 2 b は劣化状態には達していないと判定される。その後これら判定結果をバックアップ R A M 8 4 に記憶して、当劣化触媒判定制御は終了する。その後電源停止制御により E C U 8 0 の電源が停止される。

40

## 【 0 0 6 3 】

以下、本実施の形態に係るエンジン 1 の E C U 8 0 が実施する「劣化触媒判定制御」に関し、具体的な処理手順について図 7 に示すフローチャートを参照して説明する。

## 【 0 0 6 4 】

先ず、S 7 0 1 にて、I . G 9 0 を停止側にする。これにより E C U 8 0 よりエンジン停止制御が行われる。この制御と平行して触媒劣化判定制御も実行される。

## 【 0 0 6 5 】

次に、S 7 0 2 にて N O x 触媒の床温度 ( 触媒床温度 ) が還元剤の添加により活性化可能な床温度 ( 還元剤活性化温度 ) 以上かどうかを判断する。還元剤により活性化可能な床温

50

度以上ならば次のステップに進み、還元剤により活性化可能な床温度以下ならばS 7 1 5へ進んで触媒劣化判定制御である燃料添加を中止し、次にS 7 1 6にてエンジン停止制御を実行して本ルーチンを終了する。

【0066】

S 7 0 3では触媒床温度が触媒に流入する排気温度以下であるかどうかを判断する。触媒床温度が排気温度以下なら次のステップに進み、触媒床温度が排気温度より高いならばS 7 1 5に進んで燃料添加を中止し、次にS 7 1 6へ進んでエンジン停止制御を実行して本ルーチンを終了する。

【0067】

S 7 0 4では前回NO<sub>x</sub>を還元した時期である前回燃料添加時及びエンジン1始動時双方より今回判定を行う時までの時間がNO<sub>x</sub>触媒42bにNO<sub>x</sub>を吸蔵するのに必要な時間(所定時間)より長ければ次のステップへ進み、前記所定時間未満であるならばS 7 1 5に進んで燃料添加を中止し、次にS 7 1 6へ進んでエンジン停止制御を実行して本ルーチンを終了する。

10

【0068】

前記のS 7 0 2～S 7 0 4のステップで触媒劣化判定制御が実行可能かどうかを判定する。以下のステップでは触媒が劣化しているかどうかを判定する。

【0069】

S 7 0 5ではマップBに基づいて触媒床温度、排気温度より活性予想時間：T t r gを推定する。次にS 7 0 6で触媒活性化時間を測定開始すると共にS 7 0 7にてマップAに基づき触媒床温度に応じた添加燃料：Sを添加し、次のステップに進む。

20

【0070】

S 7 0 8～S 7 1 0では、S 7 0 7の実行後から触媒床温度が所定温度以下になるまでの時間(触媒活性化時間)を測定する。S 7 0 8で触媒床温度が所定温度以下であるかを判断し、触媒床温度が所定温度以下になれば次のステップへ進む。S 7 1 0ではT a c tに1を加算する。S 7 0 8にて触媒床温度が所定温度以下でないときにはS 7 0 9に進んでT a c tに1を加算し、S 7 0 8に戻り、触媒床温度が所定温度以下になるまで繰り返す。

【0071】

S 7 1 1ではT a c tとT t r gとを比較する。T a c tがT t r gより小さい値を示すならばS 7 1 2に進んでNO<sub>x</sub>触媒42bは劣化していると判定する。T a c tがT t r g以上の値を示すならばS 7 1 3に進んでNO<sub>x</sub>触媒42bは劣化していないと判定する。この後S 7 1 4にてS 7 1 2又はS 7 1 3何れかの結果をバックアップRAM 84へ記憶し、本ルーチンを終了する。

30

【0072】

尚、本ルーチンにおいてはS 7 0 5～S 7 0 7において活性予想時間、活性時間、燃料添加を順次実行したが、これらのステップは順序を問われるものではなく、同時に行えば良いものである。

【0073】

本実施の形態では、判定を行う際にNO<sub>x</sub>触媒42bのNO<sub>x</sub>吸蔵量を推定するために前回燃料添加時及びエンジン1始動時双方より今回判定を行う時まで期間を測定した。この他にもNO<sub>x</sub>吸蔵量を推定する方法としては、排気浄化装置42の上流に、新たにNO<sub>x</sub>センサ及び流量計を設け、排気流量、及び排気浄化装置上下流でのNO<sub>x</sub>濃度の変化から、NO<sub>x</sub>触媒42bに吸蔵されたNO<sub>x</sub>量を計測しても良い。また、活性予想時間を決定する要因として触媒床温度、排気温度を用いたが、この他に例えば水温、気温などより変化してくる触媒雰囲気温度などを要因として加えても良い。これと同様に、燃料添加量を決定するに要因として触媒床温度の他に、排気温度、触媒雰囲気温度等を要因として加えても良い。本実施の形態では一回の測定で判定を行っているが、より判定の精度を増すには前記の触媒劣化判定制御を数回実行し、その結果により総合的に判断したほうが良い。

40

【0074】

50

また、還元剤の添加手段として本実施の形態では排気通路中に燃料噴射装置である燃料添加ノズル１７を設けてこれにより燃料を排気中に添加したが、添加手段としてはこれに限るものではない。例えば燃焼室内に燃料を添加する際に、燃焼工程以外で燃料添加し、未燃焼のまま排気してこの未燃焼燃料を還元剤として用いても良い。要は排気浄化装置に還元剤を添加できれば特に手段にこだわるものではない。

#### 【００７５】

なお、本実施の形態では排気浄化装置温度測定手段として、触媒温度センサ７９により、直接排気浄化装置温度である触媒床温度を測定したものであるが、排気浄化装置温度測定手段としてはこれに限るものではない。例えば $\text{NO}_x$ 触媒４２ｂの下流側に温度センサを設けて $\text{NO}_x$ 触媒４２ｂより排出される排気温度を測定し、この排気温度を間接的に触媒床温度として用いても良い。

10

#### 【００７６】

本実施の形態では触媒が昇温して所定の温度になるまでの時間を判断基準とし、これに基づいて劣化の有無の判断を行ったものである。よってこの判断基準を多様とすることにより、触媒劣化判定制御を行った時点での、新触媒に対する劣化程度を判定することも可能である。

#### 【００７７】

#### 【発明の効果】

本発明に係る触媒の劣化判定装置及び方法を用いることにより、内燃機関の諸条件に左右されることなく、触媒が劣化しているかどうかを判定することが可能となる。

20

#### 【００７８】

尚、本発明においては $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒を主眼としてその構成及び実施例を述べたものであるが、以上の構成によれば $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒に限るものではなく、還元剤を添加することにより、昇温する特性を持つ触媒、及びフィルタ等においても同様にその劣化を判定することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図１】本発明実施の形態に係るディーゼルエンジンシステムを示す概略構成図。

【図２】同実施の形態に係る、ＥＣＵ周りの構成概念図。

【図３】同実施の形態に係る、触媒ケーシングの断面概念図。

【図４】同実施の形態に係る、触媒の昇温時間とその判定基準を表すグラフ。

30

【図５】同実施の形態に係る、燃料添加量を示すマップＡ。

【図６】同実施の形態に係る、活性予想時間を示すマップＢ。

【図７】同実施の形態に係る、触媒劣化判定制御を示すフローチャート。

#### 【符号の説明】

１ エンジン（内燃機関）

１０ 燃料供給系

１１ サプライポンプ

１２ コモンレール（蓄圧室）

１３ 燃料噴射弁

１４ 制御弁

40

１７ 燃料添加ノズル

２０ 燃焼室

３０ 吸気系

３１ インタークーラ

３２ スロットル弁

４０ 排気系

４０ａ 排気集合管

４０ｂ、ｃ 排気通路

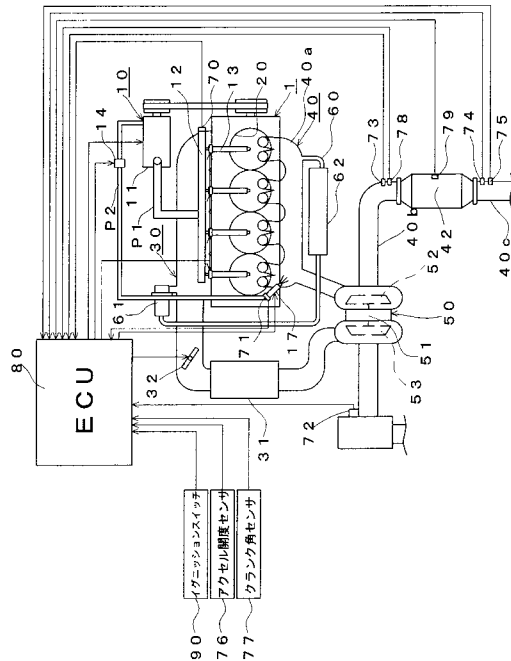
４２ 触媒ケーシング

４２ｂ 吸蔵還元型 $\text{NO}_x$ 触媒（ $\text{NO}_x$ 触媒）

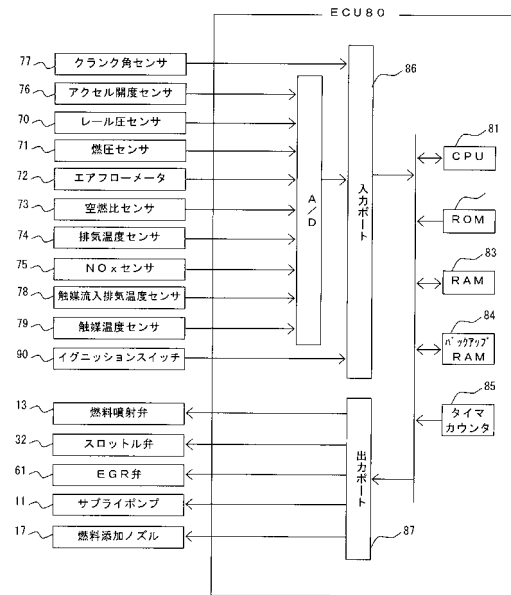
50

4 3	噴射燃料溜まり	
5 0	ターボチャージャ	
5 1	シャフト	
5 2	タービンホイール	
5 3	コンプレッサ	
6 0	E G R 通路	
6 1	E G R 弁	
6 2	E G R クーラ	
7 0	レール圧センサ	
7 1	燃焼センサ	10
7 2	エアフローメータ	
7 3	空燃比 ( A / F ) センサ	
7 4	排気温度センサ	
7 5	N O x センサ	
7 6	アクセル開度センサ	
7 7	クランク角センサ	
7 8	触媒流入排気温度センサ	
8 0	電子制御装置 ( E C U )	
8 1	中央演算処理装置 ( C P U )	
8 2	読み出し専用メモリ ( R O M )	20
8 3	ランダムアクセスメモリ ( R A M )	
8 4	バックアップ R A M	
8 5	タイマカウンタ	
8 6	入力ポート	
8 7	出力ポート	
8 8	双方向バス	
9 0	イグニッションスイッチ	
P 1	機関燃料通路	
P 2	添加燃料通路	

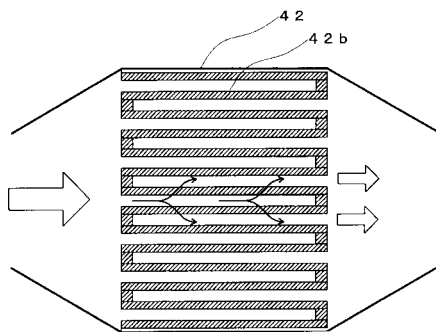
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 5】

temp	temp <sub>1</sub>	temp <sub>2</sub>	...	temp <sub>n</sub>
S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	...	S <sub>n</sub>

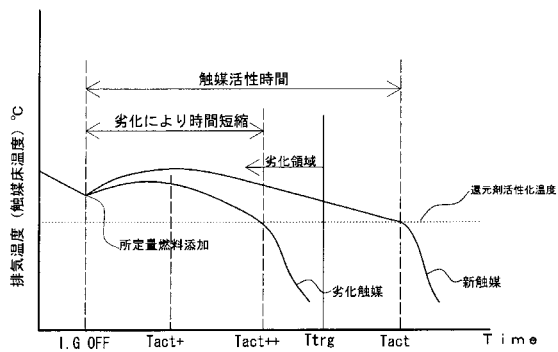
temp: 触媒床温度  
S: 燃料添加量

【図 6】

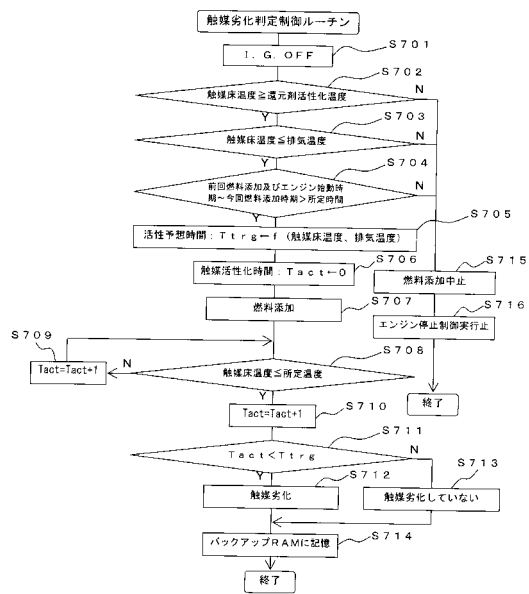
	temp <sub>1</sub>	temp <sub>2</sub>	...	temp <sub>n</sub>
texh <sub>1</sub>	Ttrg <sub>11</sub>	Ttrg <sub>12</sub>	...	Ttrg <sub>1n</sub>
texh <sub>2</sub>	Ttrg <sub>21</sub>	Ttrg <sub>22</sub>	...	Ttrg <sub>2n</sub>
...	...	...	...	...
texh <sub>n</sub>	Ttrg <sub>n1</sub>	Ttrg <sub>n2</sub>	...	Ttrg <sub>nn</sub>

temp: 触媒床温度  
texh: 触媒流入排気温度  
Ttrg: 触媒活性予想時間

【図 4】



【図 7】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I
<b>F 0 1 N 3/36 (2006.01)</b>		F 0 1 N 3/28 3 0 1 C
<b>F 0 2 D 45/00 (2006.01)</b>		F 0 1 N 3/36 B
		F 0 2 D 45/00 3 1 2
		F 0 2 D 45/00 3 1 4 R
		F 0 2 D 45/00 3 1 4 Z

(72)発明者 大木 久  
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 林 孝太郎  
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 石山 忍  
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 曲田 尚史  
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 小林 正明  
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 大羽 孝宏  
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 亀田 貴志

(56)参考文献 特開2001-221037(JP,A)  
実開平07-010418(JP,U)  
特開2001-059513(JP,A)  
特開平09-164320(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F01N 3/08 - 3/36  
F02D 45/00  
B01D 53/94