

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4314089号  
(P4314089)

(45) 発行日 平成21年8月12日(2009.8.12)

(24) 登録日 平成21年5月22日(2009.5.22)

(51) Int.Cl.	F I	
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/20	E
BO1D 53/94 (2006.01)	FO1N 3/20	C
FO1N 3/08 (2006.01)	BO1D 53/36	103B
FO1N 3/24 (2006.01)	BO1D 53/36	103C
FO1N 3/28 (2006.01)	FO1N 3/08	G
請求項の数 18 (全 28 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-337696 (P2003-337696)  
 (22) 出願日 平成15年9月29日(2003.9.29)  
 (65) 公開番号 特開2005-105871 (P2005-105871A)  
 (43) 公開日 平成17年4月21日(2005.4.21)  
 審査請求日 平成18年9月29日(2006.9.29)

(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  
 (73) 特許権者 000003218  
 株式会社豊田自動織機  
 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地  
 (74) 代理人 100068755  
 弁理士 恩田 博宣  
 (74) 代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の触媒制御装置及び触媒劣化判定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

排気浄化触媒の上流側においての機関排気系に対する燃料供給により前記排気浄化触媒を硫黄被毒状態から回復させる硫黄被毒回復制御について、これを実行する硫黄被毒回復手段を備える内燃機関の触媒制御装置において、

前記硫黄被毒回復手段は、前記排気浄化触媒が硫黄被毒状態にある旨の判定に基づいて前記硫黄被毒回復制御を開始し、この回復制御の開始後において前記排気浄化触媒が硫黄被毒状態から回復した旨の判定に基づいて、前記硫黄被毒回復制御を終了するものであって、前記硫黄被毒回復制御の実行中においては、前記燃料供給の実行により排気空燃比をストイキよりも小さくする実行時間と、前記燃料供給の停止により排気空燃比を同実行時間のものよりも大きくする休止時間とを繰り返すものであり、

当該触媒制御装置は、前記排気浄化触媒の劣化度合を検出する劣化度合検出手段と、この劣化度合検出手段により検出される劣化度合に基づいて前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを修正する硫黄被毒回復制御修正手段とをさらに備えるものである

ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の内燃機関の触媒制御装置において、

前記硫黄被毒回復制御は、前記排気浄化触媒に流入する排気温度と、前記燃料供給による燃料の供給量及び前記排気浄化触媒の燃料浄化率から求められる発熱量とに基づいて前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを調節することにより、前記排気浄化触媒

の触媒床温を制御するものであり、

前記硫黄被毒回復制御修正手段は、前記劣化度合検出手段により検出される劣化度合に基づいて前記燃料浄化率を修正することにより、前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを修正するものである

ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

**【請求項 3】**

内燃機関の排気系に配置された排気浄化触媒の上流から燃料を間欠的に供給することにより前記排気浄化触媒に流入する排気空燃比を燃料供給にともないストイキ以下にする実行時間と燃料供給停止にともない生じる休止時間とを繰り返すことにより、前記排気浄化触媒を硫黄被毒状態から回復させる硫黄被毒回復制御を実行する内燃機関の触媒制御装置において、

前記排気浄化触媒の劣化度合を検出する劣化度合検出手段と、

前記劣化度合検出手段により検出される劣化度合に基づいて前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを修正する硫黄被毒回復制御修正手段とを備え、

前記硫黄被毒回復制御は、前記排気浄化触媒に流入する排気の温度と、前記燃料供給による燃料の供給量及び前記排気浄化触媒の燃料浄化率から求められる発熱量とに基づいて前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを調節することにより、前記排気浄化触媒の触媒床温を制御するものであり、

前記硫黄被毒回復制御修正手段は、前記劣化度合検出手段により検出される劣化度合に基づいて前記燃料浄化率を修正することにより、前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを修正するものである

ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

**【請求項 4】**

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、

前記硫黄被毒回復制御修正手段は、前記実行時間の長さを変更することにより前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを修正する

ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の内燃機関の触媒制御装置において、

前記硫黄被毒回復制御修正手段は、前記劣化度合検出手段により検出される劣化度合が大きくなるにつれて前記実行時間の長さを大きくする

ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

**【請求項 6】**

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、

前記硫黄被毒回復制御修正手段は、前記休止時間の長さを変更することにより前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを修正する

ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

**【請求項 7】**

請求項 6 に記載の内燃機関の触媒制御装置において、

前記硫黄被毒回復制御修正手段は、前記劣化度合検出手段により検出される劣化度合が大きくなるにつれて前記休止時間の長さを小さくする

ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

**【請求項 8】**

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、

当該触媒制御装置は、前記排気浄化触媒の実際の触媒床温を反映する物理量を検出する触媒床温検出手段をさらに備えるものであり、

前記劣化度合検出手段は、前記実行時間に検出される物理量と前記休止時間に検出される物理量との差を算出し、この算出した差が小さくなるにつれて前記排気浄化触媒の劣化度合が大きい旨判定するものである

ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 9】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、  
 当該触媒制御装置は、前記排気浄化触媒の実際の触媒床温を反映する物理量を検出する触媒床温検出手段をさらに備えるものであり、  
 前記劣化度合検出手段は、前記実行時間に検出される単位時間あたりの物理量の上昇率を算出し、この算出した上昇率が小さくなるにつれて前記排気浄化触媒の劣化度合が大きい旨判定するものである  
 ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

## 【請求項 10】

請求項 8 または 9 に記載の内燃機関の触媒制御装置において、  
 前記劣化度合検出手段は、前記排気浄化触媒の未劣化状態に対応した前記実行時間の長さに基づいて前記燃料供給を実行したとき、前記触媒床温検出手段により検出される物理量に基づいて劣化度合を検出する  
 ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

10

## 【請求項 11】

請求項 8 ~ 10 のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、  
 前記触媒床温検出手段は、前記排気浄化触媒の下流側に設けられる排気温度センサであり、  
 前記物理量は、この排気温度センサにより検出される排気の温度である  
 ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

20

## 【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、  
 前記排気浄化触媒は  $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒である  
 ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

## 【請求項 13】

請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、  
 前記内燃機関はディーゼルエンジンである  
 ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

## 【請求項 14】

請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、  
 前記排気燃料供給は、添加弁による排気系への燃料の添加と、膨張行程または排気行程における燃焼室内への燃料噴射との一方によりなされる  
 ことを特徴とする内燃機関の触媒制御装置。

30

## 【請求項 15】

排気浄化触媒の上流側においての機関排気系に対する燃料供給により前記排気浄化触媒を硫黄被毒状態から回復させる硫黄被毒回復制御について、これを実行する硫黄被毒回復手段を備える触媒制御装置に適用されて前記排気浄化装置の劣化度合を検出する内燃機関の触媒劣化判定装置において、  
 前記硫黄被毒回復手段は、前記排気浄化触媒が硫黄被毒状態にある旨の判定に基づいて前記硫黄被毒回復制御を開始し、この回復制御の開始後において前記排気浄化触媒が硫黄被毒状態から回復した旨の判定に基づいて、前記硫黄被毒回復制御を終了するものであって、前記硫黄被毒回復制御の実行中においては、前記燃料供給の実行により排気空燃比をストイキよりも小さくする実行時間と、前記燃料供給の停止により排気空燃比を前記実行時間のものよりも大きくする休止時間とを繰り返すものであり、  
 当該触媒劣化判定装置は、前記排気浄化触媒の実際の触媒温度を反映する物理量を検出する触媒床温検出手段と、前記実行時間に検出される物理量と前記休止時間に検出される物理量との差を算出し、この算出した差が小さくなるにつれて前記排気浄化触媒の劣化度合が大きい旨判定する劣化度合判定手段とをさらに備えるものである  
 ことを特徴とする内燃機関の触媒劣化判定装置。

40

## 【請求項 16】

50

請求項 1 5 に記載の内燃機関の触媒劣化判定装置において、  
前記劣化度合判定手段は、前記休止時間に検出される物理量の極大値と前記実行時間に  
検出される物理量の極小値との差を算出し、この算出した差が小さくなるにつれて前記排  
気浄化触媒の劣化度合が大きい旨判定する  
ことを特徴とする内燃機関の触媒劣化判定装置。

【請求項 1 7】

請求項 1 5 または 1 6 に記載の内燃機関の触媒劣化判定装置において、  
前記触媒床温検出手段は、前記排気浄化触媒の下流側に設けられる排気温度センサであ  
り、  
前記物理量は、この排気温度センサにより検出される排気の温度である  
ことを特徴とする内燃機関の触媒劣化判定装置。

10

【請求項 1 8】

請求項 1 5 ~ 1 7 のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒劣化判定装置において、  
前記排気浄化触媒は NOx 吸蔵還元触媒である  
ことを特徴とする内燃機関の触媒劣化判定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気系に配置された排気浄化触媒に対する触媒制御装置及び触媒劣化判定装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

排気浄化触媒、特に NOx 吸蔵還元触媒は、燃料中に含まれる硫黄成分により被毒され、この被毒の程度が大きくなると NOx 吸蔵還元能力が低下する。このため、或る程度、硫黄成分が NOx 吸蔵還元触媒に蓄積されると、昇温処理にて高温化し、かつ排気空燃比をリッチ化することにより、NOx 吸蔵還元触媒から硫黄成分を放出する硫黄被毒回復制御を実行している。

【0003】

しかし、この硫黄被毒回復制御時に空燃比のリッチ化を継続して行っていると硫黄成分も継続的に放出されるため放出される排気中の硫黄成分濃度が高くなって異臭を生じる。この排出される硫黄成分濃度を低下させるために、リッチ化を間隔をおいて間欠的に実行することでリッチ時間とリッチ休止時間とを繰り返し、排気中の硫黄成分濃度が高くなるのを抑制する技術が提案されている（例えば特許文献 1 参照）。

30

【特許文献 1】特開 2000 - 274232 号公報（第 4 - 5 頁、図 2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来技術の制御では、リッチ時間にて燃料が排気浄化触媒内部で酸化されて発熱するため触媒床温が上昇し、そしてリッチ休止時間にて発熱が停止するので排気により冷却されて触媒床温が下降する。したがって間欠的なリッチ化に対応して触媒床温は周期的に上昇下降を繰り返すことになる。このため平均的には目標触媒床温に制御していても、リッチ時間での触媒床温の上昇度合が高い場合には触媒床温が一時的に過熱状態となり排気浄化触媒が熱劣化を引き起こすおそれがある。

40

【0005】

通常は、このようなリッチ時間における触媒床温が過熱状態となるのを防止するために、リッチ時間による触媒床温の極大値が熱劣化を開始する温度より低くなるようにリッチ時間を設定している。

【0006】

ところが、排気浄化触媒が新しい場合と、使用により排気浄化触媒が劣化している場合とでは、同じリッチ化を行ったとしても、触媒床温の昇温挙動が異なる。新しい排気浄化

50

触媒では、リッチ化による床温の極大値が、劣化している排気浄化触媒に比較して高くなる。したがって或る程度劣化した後の触媒に適合するようにリッチ時間を設定した硫黄被毒回復制御では、排気浄化触媒が新しい時にはリッチ化により触媒床温が過熱状態となって早期の劣化を招くおそれがある。

【0007】

又、新しい排気浄化触媒にて触媒床温が過熱状態とならないようにリッチ時間を設定した場合には、使用により排気浄化触媒が劣化してきた場合には未だ触媒床温が過熱状態に到達するまでには十分に余裕があるにも関わらず、リッチ時間が短時間で終了する用になる。このため触媒床温の低下を招き、効率的に硫黄成分が放出されなくなる。このため硫黄被毒回復制御の精度が低下することにより、エミッションが悪化したり、硫黄被毒回復制御の長期化により燃費が悪化するおそれがある。

【0008】

本発明は、排気浄化触媒の劣化度合が変化しても触媒床温の過熱状態を招かず、かつ高精度な硫黄被毒回復制御が可能な内燃機関の触媒制御装置、及びこのような触媒制御装置において排気浄化触媒の劣化度合を判定するための触媒劣化判定装置の提供を目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。

(1) 請求項1に記載の発明は、排気浄化触媒の上流側においての機関排気系に対する燃料供給により前記排気浄化触媒を硫黄被毒状態から回復させる硫黄被毒回復制御について、これを実行する硫黄被毒回復手段を備える内燃機関の触媒制御装置において、前記硫黄被毒回復手段は、前記排気浄化触媒が硫黄被毒状態にある旨の判定に基づいて前記硫黄被毒回復制御を開始し、この回復制御の開始後において前記排気浄化触媒が硫黄被毒状態から回復した旨の判定に基づいて、前記硫黄被毒回復制御を終了するものであって、前記硫黄被毒回復制御の実行中においては、前記燃料供給の実行により排気空燃比をストイキよりも小さくする実行時間と、前記燃料供給の停止により排気空燃比を同実行時間のものよりも大きくする休止時間とを繰り返すものであり、当該触媒制御装置は、前記排気浄化触媒の劣化度合を検出する劣化度合検出手段と、この劣化度合検出手段により検出される劣化度合に基づいて前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを修正する硫黄被毒回復制御修正手段とをさらに備えるものであることを要旨としている。

【0010】

(2) 請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関の触媒制御装置において、前記硫黄被毒回復制御は、前記排気浄化触媒に流入する排気の温度と、前記燃料供給による燃料の供給量及び前記排気浄化触媒の燃料浄化率から求められる発熱量とに基づいて前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを調節することにより、前記排気浄化触媒の触媒床温を制御するものであり、前記硫黄被毒回復制御修正手段は、前記劣化度合検出手段により検出される劣化度合に基づいて前記燃料浄化率を修正することにより、前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを修正するものであることを要旨としている。

【0011】

(3) 請求項3に記載の発明は、内燃機関の排気系に配置された排気浄化触媒の上流から燃料を間欠的に供給することにより前記排気浄化触媒に流入する排気空燃比を燃料供給にともないストイキ以下にする実行時間と燃料供給停止にともない生じる休止時間とを繰り返すことにより、前記排気浄化触媒を硫黄被毒状態から回復させる硫黄被毒回復制御を実行する内燃機関の触媒制御装置において、前記排気浄化触媒の劣化度合を検出する劣化度合検出手段と、前記劣化度合検出手段により検出される劣化度合に基づいて前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを修正する硫黄被毒回復制御修正手段とを備え、前記硫黄被毒回復制御は、前記排気浄化触媒に流入する排気の温度と、前記燃料供給による燃料の供給量及び前記排気浄化触媒の燃料浄化率から求められる発熱量とに基づいて前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを調節することにより、前記排気浄化触媒の触

10

20

30

40

50

媒床温を制御するものであり、前記硫黄被毒回復制御修正手段は、前記劣化度合検出手段により検出される劣化度合に基づいて前記燃料浄化率を修正することにより、前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを修正するものであることを要旨としている。

【0012】

上記(1)～(3)に記載の発明について、硫黄被毒回復制御修正手段が直接、実行時間(リッチ時間)の長さを修正することを考えると、劣化度合検出手段にて排気浄化触媒の劣化度合が大きくない、すなわち劣化が進んでいないと検出されている場合には、硫黄被毒回復制御修正手段は実行時間を短く設定することができる。このことによりリッチ化に伴う触媒床温の極大値が過熱領域になるのを防止できる。そして劣化度合検出手段にて排気浄化触媒の劣化度合が大きい、すなわち劣化が進んでいると検出されている場合には、硫黄被毒回復制御修正手段は劣化度合に対応して、触媒床温の極大値が過熱領域にならないようにして実行時間を長くすることができる。このことにより、触媒床温の低下を防止でき、硫黄成分放出効率を維持することができるので、硫黄被毒回復制御の精度が低下することがない。

10

【0013】

又、硫黄被毒回復制御修正手段が、休止時間(リッチ休止時間)の長さを修正することで、休止時間に対する実行時間の相対的な長さを修正することを考える。この場合、硫黄被毒回復制御修正手段は、予め、実行時間を、劣化が進んでいない触媒床温の極大値が過熱領域とならない長さに設定しておけば良い。そして、劣化が進んできた場合には硫黄被毒回復制御修正手段は劣化度合に対応して休止時間を短くすることができる。このことにより、触媒床温の低下を防止でき、硫黄成分放出効率を維持することができるので、硫黄被毒回復制御の精度が低下することがない。そして実行時間は維持されているので触媒床温の極大値が過熱領域になることはない。

20

【0014】

又、硫黄被毒回復制御修正手段が、実行時間と休止時間との両方の長さを修正することで、休止時間に対する実行時間の相対的な長さを修正することとしても良い。この場合には、排気浄化触媒の劣化度合が小さい時には、実行時間と休止時間とを過熱防止と触媒床温維持との両方の観点から設定する。そして排気浄化触媒の劣化度合が大きくなれば、実行時間を長く、休止時間を短くする。このことにより劣化が進んでも過熱防止と触媒床温維持とが可能となる。

30

したがって排気浄化触媒の劣化度合が変化しても触媒床温の過熱状態を招かず、かつ高精度な硫黄被毒回復制御が可能となる。

【0015】

上記(2)及び(3)に記載の発明について、硫黄被毒回復制御修正手段は、劣化度合検出手段にて検出された劣化度合に応じて燃料浄化率を修正することにより実行時間の相対的な長さを修正することができる。

前記燃料浄化率は、排気浄化触媒の劣化により低くなるので、劣化度合に応じて燃料浄化率を修正することにより、実行時間の相対的な長さが正確な状態に修正されることになる。このようにすることにより、前述したごとく排気浄化触媒の劣化度合が変化しても触媒床温の過熱状態を招かず、かつ高精度な硫黄被毒回復制御が可能となる。

40

【0016】

(4)請求項4に記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、前記硫黄被毒回復制御修正手段は、前記実行時間の長さを変更することにより前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを修正することを要旨としている。

【0017】

(5)請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の内燃機関の触媒制御装置において、前記硫黄被毒回復制御修正手段は、前記劣化度合検出手段により検出される劣化度合が大きくなるにつれて前記実行時間の長さを大きくすることを要旨としている。

【0018】

50

(6) 請求項6に記載の発明は、請求項1～5のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、前記硫黄被毒回復制御修正手段は、前記休止時間の長さを変更することにより前記実行時間と前記休止時間との相対的な長さを修正することを要旨としている。

【0019】

(7) 請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の内燃機関の触媒制御装置において、前記硫黄被毒回復制御修正手段は、前記劣化度合検出手段により検出される劣化度合が大きくなるにつれて前記休止時間の長さを小さくすることを要旨としている。

【0020】

(8) 請求項8に記載の発明は、請求項1～7のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、当該触媒制御装置は、前記排気浄化触媒の実際の触媒床温を反映する物理量を検出する触媒床温検出手段をさらに備えるものであり、前記劣化度合検出手段は、前記実行時間に検出される物理量と前記休止時間に検出される物理量との差を算出し、この算出した差が小さくなるにつれて前記排気浄化触媒の劣化度合が大きい旨判定するものであることを要旨としている。

10

燃料の間欠的供給、すなわち実行時間と休止時間との繰り返しにより触媒床温は振動して振幅が生じるが、この振幅等に現れる変動幅の程度は排気浄化触媒が劣化するほど小さくなる。このため劣化度合検出手段は実際の触媒床温の変動幅が小さいほど劣化度合が大きいとすることができる。

【0021】

(9) 請求項9に記載の発明は、請求項1～7のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、当該触媒制御装置は、前記排気浄化触媒の実際の触媒床温を反映する物理量を検出する触媒床温検出手段をさらに備えるものであり、前記劣化度合検出手段は、前記実行時間に検出される単位時間あたりの物理量の上昇率を算出し、この算出した上昇率が小さくなるにつれて前記排気浄化触媒の劣化度合が大きい旨判定するものであることを要旨としている。

20

実行時間の形成のために行われる燃料の供給後には、実際の触媒床温は上昇するが、この上昇率は排気浄化触媒が劣化するほど小さくなる。このため劣化度合検出手段は実際の触媒床温の上昇率が小さいほど劣化度合が大きいとすることができる。

【0022】

(10) 請求項10に記載の発明は、請求項8または9に記載の内燃機関の触媒制御装置において、前記劣化度合検出手段は、前記排気浄化触媒の未劣化状態に対応した前記実行時間の長さに基づいて前記燃料供給を実行したとき、前記触媒床温検出手段により検出される物理量に基づいて劣化度合を検出することを要旨としている。

30

このように排気浄化触媒の未劣化状態に対応した実行時間の相対的な長さに基づいて燃料の間欠的供給を実行し、このことにより触媒床温検出手段にて検出される物理量により劣化度合を検出するようにしても良い。このことにより一定の実行時間の相対的な長さ状態にて劣化度合を検出するため、より高精度に劣化度合検出が可能となる。更に、排気浄化触媒の未劣化状態に対応した実行時間の相対的な長さに基づいているため、燃料の供給量は最小の状態でも劣化度合の検出を行うことができ、検出時においても排気浄化触媒の過熱を招くことが無い。

40

【0023】

(11) 請求項11に記載の発明は、請求項8～10のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、前記触媒床温検出手段は、前記排気浄化触媒の下流側に設けられる排気温度センサであり、前記物理量は、この排気温度センサにより検出される排気温度であることを要旨としている。

実際の触媒床温は、排気浄化触媒から排出される排気温に反映されるので、触媒床温検出手段として排気浄化触媒の下流側に排気温センサを設けて、この排気温センサが検出する排気温の変動幅の大きさや上昇率の大きさにより劣化度合を検出しても良い。

【0024】

50

(12) 請求項12に記載の発明は、請求項1～11のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、前記排気浄化触媒はNOx吸蔵還元触媒であることを要旨としている。

排気浄化触媒としては、NOx吸蔵還元触媒を挙げることができ、前述したごとくNOx吸蔵還元触媒の劣化度合が変化しても触媒床温の過熱状態を招かず、かつ高精度な硫黄被毒回復制御が可能となる。

【0025】

(13) 請求項13に記載の発明は、請求項1～11のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、前記内燃機関はディーゼルエンジンであることを要旨としている。

内燃機関としてはディーゼルエンジンを挙げることができ、前述したごとく排気浄化触媒の劣化度合が変化しても触媒床温の過熱状態を招かず、かつ高精度な硫黄被毒回復制御が可能となる。

【0026】

(14) 請求項14に記載の発明は、請求項1～13のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒制御装置において、前記排気燃料供給は、添加弁による排気系への燃料の添加と、膨張行程または排気行程における燃焼室内への燃料噴射との一方によりなされることを要旨としている。

実行時間を形成するための燃料の供給としては、添加弁による排気系への添加、又は膨張行程あるいは排気行程における燃焼室内への燃料噴射を挙げることができる。この添加量や燃料噴射量、あるいはこれらの間隔を前述したごとく修正することにより、排気浄化触媒の劣化度合が変化しても触媒床温の過熱状態を招かず、かつ高精度な硫黄被毒回復制御が可能となる。

【0027】

(15) 請求項15に記載の発明は、排気浄化触媒の上流側においての機関排気系に対する燃料供給により前記排気浄化触媒を硫黄被毒状態から回復させる硫黄被毒回復制御について、これを実行する硫黄被毒回復手段を備える触媒制御装置に適用されて前記排気浄化装置の劣化度合を検出する内燃機関の触媒劣化判定装置において、前記硫黄被毒回復手段は、前記排気浄化触媒が硫黄被毒状態にある旨の判定に基づいて前記硫黄被毒回復制御を開始し、この回復制御の開始後において前記排気浄化触媒が硫黄被毒状態から回復した旨の判定に基づいて、前記硫黄被毒回復制御を終了するものであって、前記硫黄被毒回復制御の実行中においては、前記燃料供給の実行により排気空燃比をストイキよりも小さくする実行時間と、前記燃料供給の停止により排気空燃比を前記実行時間のものよりも大きくする休止時間とを繰り返すものであり、当該触媒劣化判定装置は、前記排気浄化触媒の実際の触媒温度を反映する物理量を検出する触媒床温検出手段と、前記実行時間に検出される物理量と前記休止時間に検出される物理量との差を算出し、この算出した差が小さくなるにつれて前記排気浄化触媒の劣化度合が大きい旨判定する劣化度合判定手段とをさらに備えるものであることを要旨としている。

【0028】

燃料の間欠的供給を実行することにより触媒床温は振動して振幅が生じる。この振幅等に現れる変動幅の程度は排気浄化触媒が劣化するほど小さくなる。このため劣化度合判定手段は実際の触媒床温の変動幅が小さいほど劣化度合が大きいと判定することができる。

【0029】

(16) 請求項16に記載の発明は、請求項15に記載の内燃機関の触媒劣化判定装置において、前記劣化度合判定手段は、前記休止時間に検出される物理量の極大値と前記実行時間に検出される物理量の極小値との差を算出し、この算出した差が小さくなるにつれて前記排気浄化触媒の劣化度合が大きい旨判定することを要旨としている。

【0030】

(17) 請求項17に記載の発明は、請求項15または16に記載の内燃機関の触媒劣化判定装置において、前記触媒床温検出手段は、前記排気浄化触媒の下流側に設けられる

10

20

30

40

50

排気温度センサであり、前記物理量は、この排気温度センサにより検出される排気の温度であることを要旨としている。

実際の触媒床温は、排気浄化触媒から排出される排気温に反映されるので、排気浄化触媒の下流側に排気温センサを設けて、この排気温センサが検出する排気温の変動幅の大きさから劣化度合を判定しても良い。

【0031】

(18)請求項18に記載の発明は、請求項15～17のいずれか一項に記載の内燃機関の触媒劣化判定装置において、前記排気浄化触媒はNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒であることを要旨としている。

排気浄化触媒としては、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒を挙げることができ、前述したごとく劣化度合を判定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

[実施の形態1]

図1は、上述した発明が適用された車両用ディーゼルエンジンと、触媒制御装置及び触媒劣化判定装置の機能を果たす制御システムとの概略構成を表すブロック図である。尚、本発明は希薄燃焼式ガソリンエンジンなどについて同様な触媒構成を採用した場合においても適用できる。

【0035】

ディーゼルエンジン2は複数気筒、ここでは4気筒#1, #2, #3, #4からなる。各気筒#1～#4の燃焼室4は吸気弁6にて開閉される吸気ポート8及び吸気マニホールド10を介してサージタンク12に連結されている。そしてサージタンク12は、吸気経路13を介して、インタークーラ14及び過給機、ここでは排気ターボチャージャ16のコンプレッサ16aの出口側に連結されている。コンプレッサ16aの入口側はエアクリーナ18に連結されている。サージタンク12には、排気再循環(以下、「EGR」と称する)経路20のEGRガス供給口20aが開口している。そしてサージタンク12とインタークーラ14との間の吸気経路13には、スロットル弁22が配置され、コンプレッサ16aとエアクリーナ18の間には吸入空気量センサ24及び吸気温センサ26が配置されている。

【0036】

各気筒#1～#4の燃焼室4は排気弁28にて開閉される排気ポート30及び排気マニホールド32を介して排気ターボチャージャ16の排気タービン16bの入口側に連結され、排気タービン16bの出口側は排気経路34に接続されている。尚、排気タービン16bは排気マニホールド32において第4気筒#4側から排気を導入している。

【0037】

この排気経路34には、排気浄化触媒が収納されている3つの触媒コンバータ36, 38, 40が配置されている。最上流の第1触媒コンバータ36にはNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒36aが収納されている。ディーゼルエンジン2の通常の運転時において排気が酸化雰囲気(リーン)にある時には、NO<sub>x</sub>はこのNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒36aに吸蔵される。そして還元雰囲気(ストイキあるいはストイキよりも低い空燃比)ではNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒36aに吸蔵されたNO<sub>x</sub>がNOとして離脱しHCやCOにより還元される。このことによりNO<sub>x</sub>の浄化を行っている。

【0038】

そして2番目に配置された第2触媒コンバータ38にはモノリス構造に形成された壁部を有するフィルタ38aが収納され、この壁部の微小孔を排気が通過するように構成されている。この基体としてのフィルタ38aの微小孔表面にコーティングにてNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒の層が形成されているので、前述したごとくにNO<sub>x</sub>の浄化が行われる。更にフィルタ壁部には排気中の粒子状物質(以下「PM」と称する)が捕捉されるので、高温の酸化雰囲気ではNO<sub>x</sub>吸蔵時に発生する活性酸素によりPMの酸化が開始され、更に周囲の過剰酸素によりPM全体が酸化される。このことによりNO<sub>x</sub>の浄化と共にPMの浄化を実

10

20

30

40

50

行している。尚、ここでは第1触媒コンバータ36と第2触媒コンバータ38とは一体に形成されている。

【0039】

最下流の第3触媒コンバータ40は、酸化触媒40aが収納され、ここではHCやCOが酸化されて浄化される。

尚、NOx吸蔵還元触媒36aとフィルタ38aとの間には第1排気温センサ44が配置されている。又、フィルタ38aと酸化触媒40aとの間において、フィルタ38aの近くには第2排気温センサ46が、酸化触媒40aの近くには空燃比センサ48が配置されている。

【0040】

上記空燃比センサ48は、排気成分に基づいて排気空燃比を検出し、空燃比に比例した電圧信号をリニアに出力するセンサである。又、第1排気温センサ44と第2排気温センサ46とはそれぞれの位置で排気温Texin, Texoutを検出するものである。

【0041】

フィルタ38aの上流側と下流側には差圧センサ50の配管がそれぞれ設けられ、差圧センサ50はフィルタ38aの目詰まりの程度、すなわちPMの堆積度合を検出するためにフィルタ38aの上下流での差圧Pを検出している。

【0042】

尚、排気マニホールド32には、EGR経路20のEGRガス吸入口20bが開口している。このEGRガス吸入口20bは第1気筒#1側で開口しており、排気タービン16bが排気を導入している第4気筒#4側とは反対側である。

【0043】

EGR経路20の途中にはEGRガス吸入口20b側から、EGRガスを改質するための鉄系EGR触媒52が配置され、更にEGRガスを冷却するためのEGRクーラ54が設けられている。尚、EGR触媒52はEGRクーラ54の詰まりを防止する機能も有している。そしてEGRガス供給口20a側にはEGR弁56が配置されている。このEGR弁56の開度調節によりEGRガス供給口20aから吸気系へのEGRガス供給量の調節が可能となる。

【0044】

各気筒#1~#4に配置されて、各燃焼室4内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁58は、燃料供給管58aを介してコモンレール60に連結されている。このコモンレール60内へは電気制御式の吐出量可変燃料ポンプ62から燃料が供給され、燃料ポンプ62からコモンレール60内に供給された高圧燃料は各燃料供給管58aを介して各燃料噴射弁58に分配供給される。尚、コモンレール60には燃料圧を検出するための燃料圧センサ64が取り付けられている。

【0045】

更に、燃料ポンプ62からは別途、低圧燃料が燃料供給管66を介して添加弁68に供給されている。この添加弁68は第4気筒#4の排気ポート30に設けられて、排気タービン16b側に向けて燃料を噴射することにより排気中に燃料添加するものである。この燃料添加により後述する触媒制御モードが実行される。

【0046】

電子制御ユニット(以下「ECU」と称する)70はCPU、ROM、RAM等を備えたデジタルコンピュータと、各種装置を駆動するための駆動回路とを主体として構成されている。そしてECU70は前述した吸入空気量センサ24、吸気温センサ26、第1排気温センサ44、第2排気温センサ46、空燃比センサ48、差圧センサ50、EGR弁56内のEGR開度センサ、燃料圧センサ64及びスロットル開度センサ22aの信号を読み込んでいる。更にアクセルペダル72の踏み込み量(アクセル開度ACCP)を検出するアクセル開度センサ74、及びディーゼルエンジン2の冷却水温THWを検出する冷却水温センサ76から信号を読み込んでいる。更に、クランク軸78の回転数NEを検出するエンジン回転数センサ80、クランク軸78の回転位相あるいは吸気カムの回転位相

10

20

30

40

50

を検出して気筒判別を行う気筒判別センサ 8 2 から信号を読み込んでいる。

【 0 0 4 7 】

そしてこれらの信号から得られるエンジン運転状態に基づいて、E C U 7 0 は燃料噴射弁 5 8 による燃料噴射量制御や燃料噴射時期制御を実行する。更に E G R 弁 5 6 の開度制御、モータ 2 2 b によるスロットル開度制御、燃料ポンプ 6 2 の吐出量制御、及び後述する P M 再生制御や硫黄被毒（以下「S 被毒」と称する）回復制御等の各処理を実行する。

【 0 0 4 8 】

E C U 7 0 が実行する燃焼モード制御としては、通常燃焼モードと低温燃焼モードとの 2 種類から選択した燃焼モードを、運転状態に応じて実行する。ここで低温燃焼モードとは、低温燃焼モード用 E G R 弁開度マップを用いて大量の排気再循環量により燃焼温度の上昇を緩慢にして N O x とスモークとを同時低減させる燃焼モードである。低温燃焼モードは本実施の形態では低負荷低中回転領域にて実行し、空燃比センサ 4 8 が検出する空燃比 A F に基づいてスロットル開度 T A の調節による空燃比フィードバック制御がなされている。これ以外の燃焼モードが通常燃焼モード用 E G R 弁開度マップを用いて通常の E G R 制御（E G R しない場合も含める）を実行する通常燃焼モードである。

10

【 0 0 4 9 】

そして排気浄化触媒に対する制御処理を実行する触媒制御モードとしては、P M 再生制御モード、S 被毒回復制御モード、N O x 還元制御モード、及び通常制御モードの 4 種類のモードが存在する。P M 再生制御モードとは、特に第 2 触媒コンバータ 3 8 内のフィルタ 3 8 a に堆積している P M を高温化により前述したごとく燃焼させて C O 2 と H 2 O にして排出するモードである。このモードでは、ストイキ(理論空燃比)よりも高い空燃比状態で添加弁 6 8 からの燃料添加を繰り返して触媒床温を高温化（例えば 6 0 0 ~ 7 0 0 ）するが、更に燃料噴射弁 5 8 による膨張行程あるいは排気行程における燃焼室 4 内への燃料噴射であるアフター噴射を加える場合がある。

20

【 0 0 5 0 】

S 被毒回復制御モードとは、N O x 吸蔵還元触媒 3 6 a 及びフィルタ 3 8 a が S 被毒して N O x 吸蔵能力が低下した場合に硫黄成分（以下「S 成分」と称する）を放出させて S 被毒から回復させるモードである。このモードでは、添加弁 6 8 からの燃料添加を繰り返して触媒床温を高温化（例えば 6 5 0 ）する昇温処理を実行し、更に添加弁 6 8 からの間欠的な燃料添加により空燃比をストイキ又はストイキよりもわずかに低い空燃比とする空燃比低下処理を行う。このモードも燃料噴射弁 5 8 によるアフター噴射を加える場合がある。

30

【 0 0 5 1 】

N O x 還元制御モードとは、N O x 吸蔵還元触媒 3 6 a 及びフィルタ 3 8 a に吸蔵された N O x を、N 2、C O 2 及び H 2 O に還元して放出するモードである。このモードでは、添加弁 6 8 からの比較的時間をおいた間欠的な燃料添加により、触媒床温は比較的低温（例えば 2 5 0 ~ 5 0 0 ）で空燃比をストイキ又はストイキよりも低下させる処理を行う。

【 0 0 5 2 】

尚、これら 3 つの触媒制御モード以外の状態が通常制御モードとなり、この通常制御モードでは添加弁 6 8 からの燃料添加や燃料噴射弁 5 8 によるアフター噴射はなされない。

40

次に E C U 7 0 が実行する S 被毒回復制御処理について説明する。本処理のフローチャートを図 2 に示す。本処理は一定時間毎に割り込み実行される処理である。本処理が開始されると、まず S 被毒回復制御処理の実行条件が成立しているか否かが判定される（S 1 0 2）。例えば、S 被毒量が S 放出制御判定量に到達しており、P M 再生制御モード時でなく、かつ排気温 T e x i n , T e x o u t から判断して、N O x 吸蔵還元触媒 3 6 a 及びフィルタ 3 8 a が共に、低温状態及び過熱状態を除く温度範囲にあるか否かにより判定される。ここで、S 被毒回復制御処理の実行条件が成立していなければ（S 1 0 2 で「N O」）、このまま一旦本処理を終了する。

【 0 0 5 3 】

50

S被毒回復制御処理の実行条件が成立すると(S102で「YES」)、次にS放出制御処理開始条件成立か否かが判定される(S104)。このS放出制御処理開始条件は、NOx吸蔵還元触媒36a及びフィルタ38aの触媒床温が目標昇温(ここでは650)近くまで昇温しているか否かにより判定される。例えばNOx吸蔵還元触媒36aの推定触媒床温600か否かが判定される。NOx吸蔵還元触媒36a及びフィルタ38aの推定触媒床温はエンジン運転状態(ここでは負荷及びエンジン回転数NE)と燃料添加量とから算出される。尚、排気温Texinの値を判定しても良い。

【0054】

S放出制御処理開始条件が成立していなければ(S104で「NO」)、昇温制御が実行される(S106)。昇温制御は、NOx吸蔵還元触媒36aが未だ劣化していない新しい触媒であるとして、NOx吸蔵還元触媒36aが過熱しない範囲でNOx吸蔵還元触媒36aの推定触媒床温が600以上となるように、予め定めた量の燃料が添加弁68から間欠的に添加される。尚、フィルタ38aについてはNOx吸蔵還元触媒36aに近い触媒床温となるが、触媒床温の変動は少ない。したがってS放出制御処理時の過熱問題はNOx吸蔵還元触媒36aについて生じるので、本実施の形態では主としてNOx吸蔵還元触媒36aについて説明する。

10

【0055】

昇温制御が実行されることで、S放出制御処理開始条件が成立すると(S104で「YES」)、劣化度合判定処理(S108)及びS放出制御処理(S110)が実行される。図3に劣化度合判定処理を、図4にS放出制御処理を示す。

20

【0056】

劣化度合判定処理(図3)について説明する。本処理では、まず劣化度合判定安定条件が成立しているか否かが判定される(S122)。この劣化度合判定安定条件とは、第1排気温センサ44にて検出される排気温Texinの値が安定した周期的変化を示している状態にあることを判定するための条件であり、エンジン運転(例えば負荷及びエンジン回転数NE)が安定している場合に劣化度合判定安定条件が成立したと判定する。

【0057】

ここで劣化度合判定安定条件が成立していなければ(S122で「NO」)、このまま一旦本処理を終了して、次のS放出制御処理(図4)に移行する。

一方、劣化度合判定安定条件が成立した場合には(S122で「YES」)、次に今回のS放出制御判定量へのS被毒量の到達によって実行されるS被毒回復制御にて、既に振幅Ampinが未取得か否かが判定される(S123)。既に振幅Ampinが取得されている場合には(S123で「NO」)、このまま一旦本処理を終了して、次のS放出制御処理(図4)に移行する。

30

【0058】

振幅Ampinが未取得である場合には(S123で「YES」)、次に第1排気温センサ44が検出する排気温Texinの極大値Tinmaxの取得処理が実行され(S124)、次に排気温Texinの極小値Tinminの取得処理が実行される(S126)。

【0059】

ここで後述するS放出制御処理(図4)によってNOx吸蔵還元触媒36aに流入する排気の空燃比は、図6に示すごとくりッチ時間Rtとリッチ休止時間Ltとが繰り返されている。このことによりNOx吸蔵還元触媒36aの実際の触媒床温はリッチ時間Rtにより上昇し、リッチ休止時間Ltにより下降する状態を繰り返す。

40

【0060】

第1排気温センサ44にて検出される排気温TexinはNOx吸蔵還元触媒36aの実際の触媒床温を反映する物理量に相当する。このことから、第1排気温センサ44の排気温Texinに現れる極大値Tinmaxは、上記リッチ時間Rtにより生じる触媒床温の極大値を反映している。更に第1排気温センサ44の排気温Texinに現れる極小値Tinminは、上記リッチ休止時間Ltにより生じる触媒床温の極小値を反映してい

50

る。

【0061】

したがってS放出制御処理(図4)の実行中に第1排気温センサ44の検出値の推移から、前後の検出値よりも大きい検出値が見つかった場合には、この検出値を極大値 $T_{inmax}$ として取得し、前後の検出値よりも小さい検出値が見つかった場合には、この検出値を極小値 $T_{inmin}$ として取得する。

【0062】

次に極大値 $T_{inmax}$ と極小値 $T_{inmin}$ とが共に取得されたか否かが判定される(S128)。極大値 $T_{inmax}$ と極小値 $T_{inmin}$ とのいずれかあるいは両方が得られていない間は(S128で「NO」)、このまま本処理を一旦終了して、次のS放出制御処理(図4)に移行する。

【0063】

図6に示したごとく、リッチ時間 $R_t$ に伴って極大値 $T_{inmax}$ が最初に得られ( $t_0$ )、次にリッチ休止時間 $L_t$ に伴って極小値 $T_{inmin}$ が得られると( $t_1$ )、ステップS128で「YES」と判定される。次に式1に示すごとく振幅 $Amp_{in}$ (ここではピークトゥピークに相当)が算出される(S130)。

【0064】

[式1]

$$Amp_{in} = T_{inmax} - T_{inmin}$$

この振幅 $Amp_{in}$ はECU70内の不揮発性メモリにも設定されて、ECU70の電源オフ時においても値が維持される。

【0065】

こうして一旦本処理を終了し、S放出制御処理(図4)に移行する。

S放出制御処理(図4)について説明する。本処理が開始されると、まず今回のS放出制御判定量へのS被毒量の到達によって実行されるS被毒回復制御にて、既に振幅 $Amp_{in}$ が取得されたか否かが判定される(S152)。

【0066】

ここで今回のS放出制御判定量へのS被毒量到達後の最初の処理であり、未だ振幅 $Amp_{in}$ が取得されていないとすると(S152で「NO」)、リッチ時間 $R_t$ に初期値 $R_{tint}$ が設定される(S154)。この初期値 $R_{tint}$ は、劣化していないNOx吸蔵還元触媒36aに対して添加弁68からの燃料添加によりリッチ状態を継続しても、NOx吸蔵還元触媒36aの熱劣化を生じる触媒床温(図6に示す上限温度)に到達しない状態で、かつ十分に長い時間が実験にて求められて設定されている。

【0067】

次にリッチ休止時間 $L_t$ がマップgにより算出される(S158)。このマップgは、リッチ時間の初期値 $R_{tint}$ 、添加弁68からの添加燃料量 $Q_{add}$ による発熱量 $H_{ex}$ 、NOx吸蔵還元触媒36aに流入する排気温 $T_{ex}$ 、排気量 $V_{ex}$ 、排気系の熱容量 $C_{ex}$ 及び目標床温 $T_{cat}$ に基づいて、リッチ休止時間 $L_t$ を算出するものである。この算出により、NOx吸蔵還元触媒36aにて目標床温 $T_{cat}$ を達成するためのリッチ休止時間 $L_t$ が求められる。

【0068】

ここで添加弁68にて添加された燃料量 $Q_{add}$ はリッチ時間 $R_t$ =初期値 $R_{tint}$ として添加弁68から添加される燃料量である。発熱量 $H_{ex}$ は新品(未劣化)のNOx吸蔵還元触媒36aで上記燃料量 $Q_{add}$ が酸化することにより発生する熱量である。NOx吸蔵還元触媒36aに流入する排気温 $T_{ex}$ はエンジン運転状態(負荷及びエンジン回転数 $NE$ )から推定される。排気量 $V_{ex}$ はリッチ時間 $R_t$ とリッチ休止時間 $L_t$ とのトータル時間での排気量であり、吸入空気量センサ24にて検出される吸入空気量 $G_A$ と前記トータル時間とにより算出される。排気系の熱容量 $C_{ex}$ は予め実験により求められたエンジンの種類により決定されている固定値である。

【0069】

10

20

30

40

50

そしてリッチ時間  $R_t$  が経過しているか否かが判定される (S 1 6 0)。ここで、最初であるので未だリッチ時間  $R_t$  は経過しておらず (S 1 6 0 で「NO」)、添加弁 6 8 からの燃料添加が実行される (S 1 6 2)。このことにより燃料添加による排気のリッチ化が開始されるので、リッチ時間の経過カウンタがカウントアップされる (S 1 6 4)。

【0070】

以後、リッチ時間  $R_t$  が経過しない限り、上述した処理が繰り返される。そして、リッチ時間  $R_t$  が経過すると (S 1 6 0 で「YES」)、添加弁 6 8 からの燃料添加が停止される (S 1 6 6)。そして次にリッチ休止時間  $L_t$  が経過したか否かが判定される (S 1 6 8)。最初はリッチ休止が開始されたばかりであるので (S 1 6 8 で「NO」)、リッチ休止時間の経過カウンタがカウントアップされる (S 1 7 0)。

10

【0071】

以後、リッチ休止時間  $L_t$  が経過しない限り、ステップ S 1 5 2 で「NO」、ステップ S 1 5 4、ステップ S 1 5 8、ステップ S 1 6 0 で「YES」、ステップ S 1 6 6、ステップ S 1 6 8 で「NO」、ステップ S 1 7 0 の処理が繰り返される。そしてリッチ休止時間  $L_t$  が経過すると (S 1 6 8 で「YES」)、リッチ時間経過カウンタがクリアされ (S 1 7 2)、リッチ休止時間経過カウンタがクリアされる (S 1 7 4)。

【0072】

次の制御周期においては、振幅  $Amp_{in}$  が未取得状態であれば (S 1 5 2 で「NO」)、「 $R_t - R_{tint}$ 」 (S 1 5 4)、「 $L_t - g(R_{tint}, Hex, Tex, Vex, Cex, Tcat)$ 」 (S 1 5 8) の後に、リッチ時間  $R_t$  は経過していないとして (S 1 6 0 で「NO」)、再度、リッチ

20

【0073】

上述した処理の実行中に、前記劣化度合判定処理 (図 3) において、極大値  $T_{inmax}$  と極小値  $T_{inmin}$  とが取得されて (S 1 2 8 で「YES」)、振幅  $Amp_{in}$  が算出される (S 1 3 0) と、S 放出制御処理 (図 4) のステップ S 1 5 2 では「YES」と判定される。このことによりリッチ時間  $R_t$  はマップ f に基づいて設定される (S 1 5 6)。マップ f を図 5 に示す。マップ f は  $NO_x$  吸蔵還元触媒 3 6 a の劣化度合を反映している振幅  $Amp_{in}$  に応じてリッチ時間  $R_t$  を設定するものである。振幅  $Amp_{in}$  が大きいほど劣化度合は小さいので、 $NO_x$  吸蔵還元触媒 3 6 a での燃料の酸化効率 (浄化率と同じ) が高い。このためリッチ化開始後に急速に触媒床温が上昇することに適合させて、過熱を生じない範囲内で十分に長い時間を設定することからリッチ時間  $R_t$  は短くされている。又、振幅  $Amp_{in}$  が小さいほど劣化度合は大きいので、 $NO_x$  吸蔵還元触媒 3 6 a での燃料の酸化効率が低い。このためリッチ化開始後に触媒床温は緩慢に上昇することに適合させて、過熱を生じない範囲内で十分に長い時間を設定することからリッチ時間  $R_t$  は長くされている。

30

【0074】

次にリッチ休止時間  $L_t$  には前述したごとく、 $g(R_{tint}, Hex, Tex, Vex, Cex, Tcat)$  の値が設定される (S 1 5 8)。そしてリッチ時間  $R_t$  が経過していなければ (S 1 6 0 で「NO」)、燃料添加実行 (S 1 6 2) 及びリッチ時間経過カウンタのカウントアップ (S 1 6 4) が実行される。

40

【0075】

次の劣化度合判定処理 (図 3) の制御周期では、既に振幅  $Amp_{in}$  が取得がされているので (S 1 2 3 で「NO」)、ステップ S 1 2 4 ~ S 1 3 0 の処理はなされない。したがって以後、S 放出制御処理 (図 4) のステップ S 1 5 6 では今回の S 被毒回復制御にて最初に取得された振幅  $Amp_{in}$  によりリッチ時間  $R_t$  が設定される。

【0076】

そして S 被毒から回復して、ステップ S 1 0 2 にて「NO」と判定された後、再度、S 被毒量が S 放出制御判定量へ到達すれば (S 1 0 2 で「YES」)、上述した処理が繰り返される。すなわち、再度、リッチ時間  $R_t$  には初期値  $R_{tint}$  が設定されて (S 1 5 4)、振幅  $Amp_{in}$  が求められる (S 1 2 4 ~ S 1 3 0)。そして、この振幅  $Amp_{in}$

50

nにより、この時のS被毒回復制御でのリッチ時間R tが設定される(S 1 5 6)処理が繰り返される。

【0077】

上述した処理により図6に示したごとく、振幅A m p i nに応じてリッチ時間R tが設定される。尚、図6では新品のNOx吸蔵還元触媒36a及びフィルタ38aを用いているので、振幅A m p i nに応じて設定されたリッチ時間R tは振幅A m p i nを求めた時の初期値R t i n tと同じである。

【0078】

図7の場合は、NOx吸蔵還元触媒36aの劣化度合が高い場合であり、振幅A m p i nに応じて設定されたリッチ時間R tは振幅A m p i nを求めた時の初期値R t i n tと比較して長くなっている。このことにより、目標床温が達成されると共に、極大値T i n m a xは上限温度に対して新品時(図6)と同じ程度に適合されている。

10

【0079】

上述した構成において、第1排気温センサ44が触媒床温検出手段及び排気温センサに相当する。そして内燃機関の触媒制御装置の請求項との関係は、劣化度合判定処理(図3)及びS放出制御処理(図4)のステップS 1 5 2, S 1 5 4が劣化度合検出手段としての処理に、S放出制御処理(図4)のステップS 1 5 6が硫黄被毒回復制御修正手段としての処理に相当する。内燃機関の触媒劣化判定装置の請求項との関係は、S放出制御処理(図4)が燃料供給手段としての処理に、劣化度合判定処理(図3)及びS放出制御処理(図4)のステップS 1 5 6が劣化度合判定手段としての処理に相当する。

20

【0080】

以上説明した本実施の形態1によれば、以下の効果が得られる。

(イ)．燃料の間欠的供給によりリッチ時間R tとリッチ休止時間L tとの繰り返しが行われることにより、NOx吸蔵還元触媒36aの触媒床温は上下振動して振幅が生じる。この振幅は、第1排気温センサ44における排気温T e x i nの振幅A m p i nに反映される。振幅A m p i nの程度、すなわち触媒床温の変動幅の程度はNOx吸蔵還元触媒36aが劣化するほど小さくなるので、振幅A m p i nにより劣化度合を検出することができる。

【0081】

したがって振幅A m p i nに基づく図5のマッピングにより、振幅A m p i nが大きくて劣化が進んでいないと検出された場合にはリッチ時間R tを短く設定できるので、リッチ化に伴うNOx吸蔵還元触媒36aの触媒床温の極大値が過熱領域になるのを防止できる。

30

【0082】

そして振幅A m p i nが小さくて劣化が進んでいると検出された場合には振幅A m p i nに現れる劣化度合に対応して触媒床温の極大値が過熱領域にならないようにリッチ時間R tを長くすることができる。このことにより触媒床温の低下を防止でき、S成分放出効率を維持することができるので、S被毒回復制御の精度が低下することがない。したがってエミッションが悪化したり、S被毒回復制御の長期化による燃費悪化が生じることがない。

40

【0083】

このようにNOx吸蔵還元触媒36aの劣化度合が変化しても触媒床温の過熱状態を招くことはなく、かつ高精度なS被毒回復制御が可能となる。

(ロ)．排気温T e x i nの振幅A m p i nの検出は、リッチ時間R tを初期値R t i n tに設定して行っている。すなわち、常に、未劣化状態に対応したリッチ時間による燃料の間欠的供給状態において振幅A m p i nを検出し、この振幅A m p i nに基づいて劣化度合を判定している。

【0084】

このように一定のリッチ時間(初期値R t i n t)にて劣化度合を検出しているため、より高精度に劣化度合に対応した振幅A m p i nを得ることができる。

50

更に、排気浄化触媒の未劣化状態に対応したリッチ時間（初期値  $R_{t i n t}$ ）を用いているため、添加弁 68 からの燃料添加量は最小の状態での劣化度の検出を行うことができる。このため劣化度合検出時においても  $NO_x$  吸蔵還元触媒 36a の過熱を招くことが無い。

【0085】

[実施の形態 2]

本実施の形態では、排気浄化触媒の劣化度合が排気温  $T_{e x i n}$  の上昇率により検出されることと、この劣化度合に基づく修正対象がリッチ休止時間  $L_t$  である点が前記実施の形態 1 と異なる。

【0086】

このため本実施の形態では、劣化度合判定処理（図 3）の代わりに図 8 に示す劣化度合判定処理が実行され、S 放出制御処理（図 4）の代わりに図 9 に示す S 放出制御処理が実行される。他の処理及びハード構成については前記実施の形態 1 と同じであるので、図 1, 2 も参照して説明する。

【0087】

劣化度合判定処理（図 8）について説明する。本処理が開始されると、まず劣化度合判定安定条件が成立しているか否かが判定される（S202）。この劣化度合判定安定条件は前記劣化度合判定処理（図 3）のステップ S122 にて説明したごとくである。

【0088】

ここで劣化度合判定安定条件が成立していなければ（S202 で「NO」）、このまま一旦本処理を終了して、次の S 放出制御処理（図 9）に移行する。

一方、劣化度合判定安定条件が成立した場合には（S202 で「YES」）、次に上流側排気温  $T_{e x i n}$  の検出タイミング  $t_{d t}$  が図 10 に示すマップ h から吸入空気量  $G_A$  に基づいて算出される（S204）。この検出タイミング  $t_{d t}$  は、後述する S 放出制御処理（図 9）にて添加弁 68 から燃料添加されたタイミングからの経過時間で表されている。すなわち燃料添加により  $NO_x$  吸蔵還元触媒 36a にて発熱して触媒床温が上昇するが、この上昇率は  $NO_x$  吸蔵還元触媒 36a の劣化度合及び吸入空気量  $G_A$  に応じて変化する。劣化度合が大きければ上昇率は低くなり、吸入空気量  $G_A$  が大きければ上昇率は高くなる。マップ h（図 10）は、この内、吸入空気量  $G_A$  に違いをキャンセルして、同じ劣化度合であれば同一の上昇率が得られる検出タイミング  $t_{d t}$  を設定するものである。すなわち標準排気流量状態に統一して上昇率を検出するために検出タイミング  $t_{d t}$  を設定している。

【0089】

次に添加開始後経過時間カウント中か否かが判定される（S206）。この添加開始後経過時間のカウントは後述するステップ S212 で開始されるものであり、添加開始後経過時間カウント中でなければ（S206 で「NO」）、次に添加開始タイミングか否かが判定される（S208）。すなわち直前の周期で後述する S 放出制御処理（図 9）のステップ S240 にて「YES」の状態から「NO」の状態に切り替わった場合には、添加開始タイミングであると判定され、これ以外では添加開始タイミングでないと判定される。

【0090】

ここで添加開始タイミングでなければ（S208 で「NO」）、一旦本処理を終了して、S 放出制御処理（図 9）に移行する。

添加開始タイミングであれば（S208 で「YES」）、次にこのタイミングでの排気温  $T_{e x i n}$  を添加開始排気温  $T_a$  に設定する（S210）。そして添加開始後経過時間カウントを開始する（S212）。こうして一旦本処理を終了して、S 放出制御処理（図 9）に移行する。

【0091】

次の制御周期では添加開始後経過時間カウント中であることから（S206 で「YES」）、添加開始後経過時間カウント値に基づいて、添加開始からの経過時間が検出タイミング  $t_{d t}$  に到達したか否かが判定される（S214）。到達していなければ（S214

10

20

30

40

50

で「NO」)、一旦本処理を終了して、S放出制御処理(図9)に移行する。

【0092】

検出タイミング  $t_{dt}$  に到達すれば(S214で「YES」)、式2により添加開始時と検出タイミング  $t_{dt}$  後での排気温差  $T_{in}$  が算出される(S216)。

[式2]

$$T_{in} = T_{exin} - T_a$$

この排気温差  $T_{in}$  は、標準排気流量状態での添加開始から検出タイミング  $t_{dt}$  までの時間を単位とする排気温  $T_{exin}$  の上昇率に相当する。

【0093】

次に添加開始後経過時間カウンタを停止し(S218)、一旦本処理を終了してS放出制御処理(図9)に移行する。

尚、ステップS216の排気温差  $T_{in}$  の算出が一度もなされていない場合には、排気温差  $T_{in}$  には、未劣化状態のNOx吸蔵還元触媒36aに対応する排気温差が初期値  $T_{inint}$  として設定されている。

【0094】

S放出制御処理(図9)について説明する。まず上述のごとく設定されている排気温差  $T_{in}$ 、初期値  $T_{inint}$ 、後述する排気温差  $T_{ine}$  及び排気温  $T_{ex}$  に基づいて、演算処理  $k(T_{in}, T_{inint}, T_{ine}, T_{ex})$  により、燃料浄化率  $K_{ex}$  が算出される(S232)。

【0095】

ここで演算処理  $k(T_{in}, T_{inint}, T_{ine}, T_{ex})$  は、図11に示す未劣化燃料浄化率  $K_{exs}$  と既劣化燃料浄化率  $K_{exe}$  との燃料浄化率マップから、まず排気温  $T_{ex}$  により該当する未劣化燃料浄化率  $K_{exs}$  と既劣化燃料浄化率  $K_{exe}$  とを求め、そして排気温差  $T_{in}$ 、 $T_{ine}$  及び初期値  $T_{inint}$  による比例配分により燃料浄化率  $K_{ex}$  を求める処理である。

【0096】

未劣化燃料浄化率  $K_{exs}$  はNOx吸蔵還元触媒36aに流入する排気温  $T_{ex}$  をパラメータとして予め実験にて求められている未劣化状態のNOx吸蔵還元触媒36aでの燃料浄化率である。既劣化燃料浄化率  $K_{exe}$  は同じく排気温  $T_{ex}$  をパラメータとして予め実験にて求められている或る程度劣化したNOx吸蔵還元触媒36aでの燃料浄化率である。この或る程度の劣化に対応して実験にて得られている排気温差  $T_{in}$  が前記排気温差  $T_{ine}$  である。

【0097】

ここでは燃料浄化率  $K_{ex}$  は式3のごとく算出される。

[式3]

$$K_{ex} = K_{exs} - \{(K_{exs} - K_{exe}) \times (T_{inint} - T_{in}) / (T_{inint} - T_{ine})\}$$

次にリッチ時間  $R_t$  に初期値  $R_{tinint}$  が設定される(S234)。この処理はS放出制御処理(図4)のステップS154にて説明したごとくである。

【0098】

そして式4のごとく燃料浄化率  $K_{ex}$  と未劣化燃料浄化率  $K_{exs}$  とに基づいて1回の燃料添加量による発熱量  $H_{ex}$  が算出される(S236)。

[式4]

$$H_{ex} = (K_{ex} / K_{exs}) \times H_{exint}$$

ここで未劣化発熱量  $H_{exint}$  は、NOx吸蔵還元触媒36aが未劣化状態である時に1回の燃料添加量によって生じる発熱量であり、固定値である。

【0099】

次にリッチ休止時間  $L_t$  がマップ  $g(R_t, H_{ex}, T_{ex}, V_{ex}, C_{ex}, T_{cat})$  により算出される(S238)。このマップ  $g$  はS放出制御処理(図4)のステップS158にて説明したごとくである。

【0100】

10

20

30

40

50

そして以下、ステップ S 2 4 0 ~ S 2 5 4 の処理がなされる。このステップ S 2 4 0 ~ S 2 5 4 は S 放出制御処理 ( 図 4 ) のステップ S 1 6 0 ~ S 1 7 4 と同じ処理である。

上述したごとく、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒 3 6 a の劣化度合は排気温差  $T_{in}$  に反映され、排気温差  $T_{in}$  が小さくなるほど NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒 3 6 a の劣化度合は進んでいると判断できる。そして排気温差  $T_{in}$  が燃料浄化率  $K_{ex}$ 、発熱量  $H_{ex}$  を介してリッチ休止時間  $L_t$  の長さに反映されることにより、劣化度合が進むほど、目標床温を達成するためにリッチ休止時間  $L_t$  は短くなるように調節されることになる。

#### 【 0 1 0 1 】

図 1 2 のタイミングチャートに未劣化時の空燃比 A F と触媒床温との推移を、図 1 3 のタイミングチャートに劣化が進んだ場合の空燃比 A F と触媒床温との推移を示す。図 1 2 の場合には添加開始時 (  $t_{20}$  ,  $t_{22}$  ) から検出タイミング  $t_{dt}$  経過後 (  $t_{21}$  ,  $t_{23}$  ) の排気温差  $T_{in}$  は大きいので、リッチ休止時間  $L_t$  も十分に長く設定されている。図 1 3 の場合には、添加開始時 (  $t_{30}$  ,  $t_{32}$  ) から検出タイミング  $t_{dt}$  経過後 (  $t_{31}$  ,  $t_{33}$  ) の排気温差  $T_{in}$  は小さくなっているため、これに対応してリッチ休止時間  $L_t$  が短くなることにより、目標床温が達成されている。

#### 【 0 1 0 2 】

上述した構成において、第 1 排気温センサ 4 4 が触媒床温検出手段及び排気温センサに相当する。そして内燃機関の触媒制御装置の請求項との関係は、劣化度合判定処理 ( 図 8 ) が劣化度合検出手段としての処理に、S 放出制御処理 ( 図 9 ) のステップ S 2 3 2 , S 2 3 6 , S 2 3 8 が硫黄被毒回復制御修正手段としての処理に相当する。内燃機関の触媒劣化判定装置の請求項との関係は、S 放出制御処理 ( 図 9 ) が燃料供給手段としての処理に、劣化度合判定処理 ( 図 8 ) 及び S 放出制御処理 ( 図 9 ) のステップ S 2 3 2 が劣化度合判定手段としての処理に相当する。

#### 【 0 1 0 3 】

以上説明した本実施の形態 2 によれば、以下の効果が得られる。

(イ) . 燃料の間欠的供給によりリッチ時間  $R_t$  とリッチ休止時間  $L_t$  との繰り返しが行われることにより、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒 3 6 a の触媒床温は上下振動する。この内、リッチ時間  $R_t$  の開始に伴う触媒床温の上昇率に相当する排気温差  $T_{in}$  は、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒 3 6 a の劣化度合が高いほど小さくなる。したがって NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒 3 6 a の劣化度合は排気温差  $T_{in}$  に反映されており、排気温差  $T_{in}$  により劣化度合を検出することができる。

#### 【 0 1 0 4 】

そして排気温差  $T_{in}$  が大きくて劣化が進んでいないと検出された時には図 1 1 の燃料浄化率マップから高い燃料浄化率  $K_{ex}$  が設定されるので、リッチ休止時間  $L_t$  が長くなり、制御全体が目標触媒床温に維持される。このためリッチ化に伴う NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒 3 6 a の触媒床温の極大値が過熱領域になるのを防止できる。

#### 【 0 1 0 5 】

そして排気温差  $T_{in}$  が小さくなり劣化が進んだと検出された場合には図 1 1 の燃料浄化率マップから低い燃料浄化率  $K_{ex}$  が設定されるので、リッチ休止時間  $L_t$  が短くなる。このことにより目標触媒床温が維持されるので、S 成分放出効率を維持することができる。

#### 【 0 1 0 6 】

このように NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒 3 6 a の劣化度合が変化しても触媒床温の過熱状態を招かず、かつ高精度な S 被毒回復制御が可能となる。

#### [ 実施の形態 3 ]

本実施の形態では、前記実施の形態 1 の劣化度合判定処理 ( 図 3 ) のごとく算出された振幅  $Amp_{in}$  を用いて、前記実施の形態 2 のごとくリッチ休止時間  $L_t$  を調節するものである。したがって S 放出制御処理 ( 図 4 ) の代わりに図 1 4 に示す S 放出制御処理を実行する。これ以外の処理及びハード構成は前記実施の形態 1 と同じであるので、図 1 , 2 , 3 も参照して説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 0 7 】

S 放出制御処理 ( 図 1 4 ) について説明する。本処理が開始されると、まずリッチ時間  $R_t$  に初期値  $R_{tint}$  が設定される ( S 3 0 2 )。この設定処理は前記ステップ S 1 5 4 ( 図 4 ) と同じである。

## 【 0 1 0 8 】

次に今回の S 放出制御判定量への S 被毒量の到達によって実行される S 被毒回復制御にて、既に振幅  $Ampin$  が取得されたか否かが判定される ( S 3 0 4 )。ここで今回の S 放出制御判定量への S 被毒量到達後の最初の処理であり、未だ振幅  $Ampin$  が取得されていないとすると ( S 3 0 4 で「NO」)、リッチ休止時間  $L_t$  に初期値  $L_{tint}$  が設定される ( S 3 0 6 )。この初期値  $L_{tint}$  は、前記リッチ時間  $R_t$  ( =  $R_{tint}$  ) 10  
にて、劣化していない  $NO_x$  吸蔵還元触媒 3 6 a に対して添加弁 6 8 からの燃料添加がなされた場合において、平均昇温が目標床温となるように設定されている。

## 【 0 1 0 9 】

次にステップ S 3 1 4 ~ S 3 2 8 の処理が実行される。この処理は前記ステップ S 1 6 0 ~ S 1 7 4 と同じである。この処理において、リッチ時間  $R_t$  ( =  $R_{tint}$  ) とリッチ休止時間  $L_t$  ( =  $L_{tint}$  ) との組み合わせにより、前記劣化度合判定処理 ( 図 3 ) において、極大値  $Tinmax$  と極小値  $Tinmin$  とが取得されて ( S 1 2 8 で「YES」)、振幅  $Ampin$  が算出される ( S 1 3 0 )。

## 【 0 1 1 0 】

このように振幅  $Ampin$  が取得されると、S 放出制御処理 ( 図 1 4 ) のステップ S 3 20  
0 4 では「YES」と判定される。このことにより振幅  $Ampin$ 、後述する初期値  $Ampinint$ 、後述する振幅  $Ampe$  及び排気温  $Tex$  に基づいて、演算処理  $m(Ampin, Ampinint, Ampe, Tex)$  により、燃料浄化率  $Kex$  が算出される ( S 3 0 8 )。

## 【 0 1 1 1 】

ここで演算処理  $m(Ampin, Ampinint, Ampe, Tex)$  は、前記図 1 1 に示す未劣化燃料浄化率  $Kexs$  と既劣化燃料浄化率  $Kexe$  との燃料浄化率マップから、まず排気温  $Tex$  により該当する未劣化燃料浄化率  $Kexs$  と既劣化燃料浄化率  $Kexe$  とを求める。そして振幅  $Ampin$ 、 $Ampe$  及び初期値  $Ampinint$  による比例配分により燃料浄化率  $Kex$  を求める処理である。 30

## 【 0 1 1 2 】

尚、未劣化状態の  $NO_x$  吸蔵還元触媒 3 6 a に対応する振幅が前記初期値  $Ampinint$  である。又、前記既劣化燃料浄化率  $Kexe$  に対応した或る程度劣化した  $NO_x$  吸蔵還元触媒 3 6 a で得られた振幅が前記振幅  $Ampe$  である。

## 【 0 1 1 3 】

ここでは燃料浄化率  $Kex$  は式 5 のごとく算出される。

[ 式 5 ]

$$Kex = Kexs - \{(Kexs - Kexe) \times (Ampinint - Ampin) / (Ampinint - Ampe)\}$$

そして前記式 4 のごとく燃料浄化率  $Kex$  と未劣化燃料浄化率  $Kexs$  とに基づいて 1 40  
回の燃料添加量による発熱量  $Hex$  が算出される ( S 3 1 0 )。

## 【 0 1 1 4 】

次にリッチ休止時間  $L_t$  がマップ g により算出される ( S 3 1 2 )。この処理は前記ステップ S 1 5 8 ( 図 4 ) にて説明したごとくである。

そして以下、ステップ S 3 1 4 ~ S 3 2 8 の処理がなされる。

## 【 0 1 1 5 】

上述したごとく、 $NO_x$  吸蔵還元触媒 3 6 a の劣化度合は振幅  $Ampin$  に反映され、劣化度合は振幅  $Ampin$  が小さくなるほど  $NO_x$  吸蔵還元触媒 3 6 a の劣化度合は進んでいることが判る。そして振幅  $Ampin$  が燃料浄化率  $Kex$ 、発熱量  $Hex$  を介してリッチ休止時間  $L_t$  の長さに反映され、劣化度合が進むほど、リッチ休止時間  $L_t$  は短くなるように調節されることになる。 50

## 【0116】

図15のタイミングチャートに劣化が進んだ場合の空燃比AFと触媒床温との推移を示す。尚、劣化が進んでいない場合は前記図6にて説明したごとくである。図15の場合には、リッチ休止時間Ltは振幅Ampinを求めた時の初期値Ltinと比較して短くなっている。このことにより、目標床温が達成されている。

## 【0117】

上述した構成において、第1排気温センサ44が触媒床温検出手段及び排気温センサに相当する。そして内燃機関の触媒制御装置の請求項との関係は、劣化度合判定処理(図3)及びS放出制御処理(図14)のステップS304、S306が劣化度合検出手段としての処理に、S放出制御処理(図14)のステップS308~S312が硫黄被毒回復制御修正手段としての処理に相当する。内燃機関の触媒劣化判定装置の請求項との関係は、S放出制御処理(図14)が燃料供給手段としての処理に、劣化度合判定処理(図3)及びS放出制御処理(図14)のステップS308が劣化度合判定手段としての処理に相当する。

10

## 【0118】

以上説明した本実施の形態3によれば、以下の効果が得られる。

(イ)．燃料の間欠的供給によりリッチ時間Rtとリッチ休止時間Ltとの繰り返しが行われることにより、NOx吸蔵還元触媒36aの触媒床温は上下振動して振幅が生じる。この振幅は、第1排気温センサ44における排気温Texinの振幅Ampinに反映される。振幅Ampinの程度、すなわち触媒床温の変動幅の程度はNOx吸蔵還元触媒36aが劣化するほど小さくなるので、振幅Ampinにより劣化度合を検出することができる。

20

## 【0119】

そして振幅Ampinが大きくて劣化が進んでいないと検出された場合には、ステップS308~S312の処理によりリッチ休止時間Ltを長く設定できるので、リッチ時間Rtを短くしなくても目標触媒床温を達成できる。このためリッチ時間RtにてNOx吸蔵還元触媒36aの触媒床温の極大値が過熱領域になるのを防止できる。そして振幅Ampinが小さくて劣化が進んでいると検出された場合には、リッチ休止時間Ltを長く設定できるので、リッチ時間Rtを長くしなくても目標触媒床温を達成できる。このことにより触媒床温の低下を防止でき、S成分放出効率を維持することができる。

30

## 【0120】

このようにNOx吸蔵還元触媒36aの劣化度合が変化しても触媒床温の過熱状態を招かず、かつ高精度なS被毒回復制御が可能となる。

(ロ)．排気温Texinの振幅Ampinの検出は、リッチ休止時間Ltを初期値Ltinに設定して行っている。すなわち、常に、未劣化状態に対応したリッチ休止時間による燃料の間欠的供給状態において振幅Ampinを検出し、この振幅Ampinに基づいて劣化度合を判定している。

## 【0121】

このように一定のリッチ休止時間(初期値Ltin)にて劣化度合を検出しているため、より高精度に劣化度合に対応した振幅Ampinを得ることができる。

40

## [実施の形態4]

本実施の形態では、前記実施の形態2の劣化度合判定処理(図8)のごとく算出された排気温差Tinを用いて、前記実施の形態1のごとくリッチ時間Rtを調節するものである。したがってS放出制御処理(図9)の代わりに図16に示すS放出制御処理を実行する。これ以外の処理は前記実施の形態2と同じであるので、図1, 2, 8を参照して説明する。

## 【0122】

S放出制御処理(図16)について説明する。本処理が開始されると、まずリッチ時間Rtが、排気温差Tinに基づいてマップから算出される(S402)。マップを図17に示す。マップはNOx吸蔵還元触媒36aの劣化度合を反映している排気温差

50

$T_{in}$ に応じてリッチ時間  $R_t$  を設定するものである。排気温差  $T_{in}$  が大きいほど劣化度合は小さいので、 $NO_x$  吸蔵還元触媒 36a での燃料の酸化効率（浄化率と同じ）が高い。このためリッチ化開始後に急速に触媒床温が上昇することに適合させて、過熱を生じない範囲内で十分に長い時間を設定することからリッチ時間  $R_t$  は短くされている。又、排気温差  $T_{in}$  が小さいほど劣化度合は大きいので、 $NO_x$  吸蔵還元触媒 36a での燃料の酸化効率が低い。このためリッチ化開始後に触媒床温は緩慢に上昇することに適合させて、過熱を生じない範囲内で十分に長い時間を設定することからリッチ時間  $R_t$  は長くされている。

【0123】

次にリッチ休止時間  $L_t$  がマップ g により算出される（S404）。この処理は S 放出制御処理（図4）のステップ S158 と同じである。

そして以下、ステップ S406 ~ S420 の処理がなされる。この処理は前記ステップ S160 ~ S174 にて説明したごとくである。

【0124】

上述したごとく、 $NO_x$  吸蔵還元触媒 36a の劣化度合は排気温差  $T_{in}$  に反映され、排気温差  $T_{in}$  はマップ p によりリッチ時間  $R_t$  の長さに反映される。このことにより劣化度合が進むほどリッチ時間  $R_t$  は長くなるように調節されることになる。

【0125】

図18のタイミングチャートに劣化が進んだ場合の空燃比  $A/F$  と触媒床温との推移を示す。尚、劣化が進んでいない場合は前記図12にて説明したごとくである。図18の場合には、リッチ時間  $R_t$  は排気温差  $T_{in}$  の低下に伴って初期値  $R_{tint}$  よりも長くなっている。このことにより、 $NO_x$  吸蔵還元触媒 36a は過熱されることなく、かつ目標床温が達成されている。

【0126】

上述した構成において、第1排気温センサ44が触媒床温検出手段及び排気温センサに相当する。そして内燃機関の触媒制御装置の請求項との関係は、劣化度合判定処理（図8）が劣化度合検出手段としての処理に、S放出制御処理（図16）のステップ S402, S404 が硫黄被毒回復制御修正手段としての処理に相当する。内燃機関の触媒劣化判定装置の請求項との関係は、S放出制御処理（図16）が燃料供給手段としての処理に、劣化度合判定処理（図8）及びS放出制御処理（図16）のステップ S402 が劣化度合判定手段としての処理に相当する。

【0127】

以上説明した本実施の形態4によれば、以下の効果が得られる。

(イ) . 燃料の間欠的供給によりリッチ時間  $R_t$  とリッチ休止時間  $L_t$  との繰り返しが行われることにより、 $NO_x$  吸蔵還元触媒 36a の触媒床温は上下振動する。この内、リッチ時間  $R_t$  の開始に伴う排気温  $T_{exin}$  の上昇率に相当する排気温差  $T_{in}$  は  $NO_x$  吸蔵還元触媒 36a の劣化度合が高いほど小さくなる。したがって  $NO_x$  吸蔵還元触媒 36a の劣化度合は排気温差  $T_{in}$  に反映されており、排気温差  $T_{in}$  により劣化度合を検出することができる。

【0128】

そして排気温差  $T_{in}$  が大きくて劣化が進んでいないと検出された場合には図17のマップ p から短いリッチ時間  $R_t$  が設定されるので、リッチ化に伴う  $NO_x$  吸蔵還元触媒 36a の触媒床温の極大値が過熱領域になるのを防止できる。そして排気温差  $T_{in}$  が小さくて劣化が進んでいると検出された場合には、排気温差  $T_{in}$  に現れる劣化度合に対応して、触媒床温の極大値が過熱領域にならないようにしてリッチ時間  $R_t$  を長くすることができる。このことにより触媒床温の低下を防止でき、S成分放出効率を維持することができる。

【0129】

このように  $NO_x$  吸蔵還元触媒 36a の劣化度合が変化しても触媒床温の過熱状態を招かず、かつ高精度な S 被毒回復制御が可能となる。

10

20

30

40

50

【その他の実施の形態】

(a) . 前記実施の形態 2 , 4 では、リッチ休止時間  $L_t$  やリッチ時間  $R_t$  を初期値に戻すことなく、その時の値にて S 放出制御処理を実行して、排気温差  $T_{in}$  を算出していた。この代わりに、前記実施の形態 1 , 3 と同じく S 被毒回復制御の開始時にリッチ休止時間  $L_t$  やリッチ時間  $R_t$  を初期値に戻して、排気温差  $T_{in}$  を算出した後、この排気温差  $T_{in}$  に応じたリッチ休止時間  $L_t$  やリッチ時間  $R_t$  に調節して S 放出制御処理を実行しても良い。

【0130】

又、前記実施の形態 2 , 4 では、リッチ時間  $R_t$  の開始時に直ちに添加開始排気温  $T_a$  を検出したが、排気温  $T_{exin}$  の上昇遅れを考慮して、リッチ時間  $R_t$  の開始後に吸入空気量  $G_A$  に応じた待機時間が経過してから添加開始排気温  $T_a$  を検出しても良い。

10

【0131】

(b) . 前記各実施の形態では、リッチ化は添加弁 6 8 からの燃料添加により実行していたが、膨張行程あるいは排気行程における燃料噴射弁 5 8 から燃焼室内への燃料噴射であるアフター噴射によって排気をリッチ化して S 放出制御処理を実行しても良い。

【0132】

(c) . 前記各実施の形態では、劣化度合に応じた時間調節は、リッチ休止時間  $L_t$  とリッチ時間  $R_t$  とのいずれか一方に対してであったが、調節幅を少なくすることで両方に対して実行しても良い。

【図面の簡単な説明】

20

【0133】

【図 1】実施の形態 1 としての車両用ディーゼルエンジンと、触媒制御装置及び触媒劣化判定装置の機能を果たす制御システムとの概略構成を表すブロック図。

【図 2】実施の形態 1 の ECU が実行する S 被毒回復制御処理のフローチャート。

【図 3】同じく劣化度合判定処理のフローチャート。

【図 4】同じく S 放出制御処理のフローチャート。

【図 5】排気温の振幅  $Amp_{in}$  からリッチ時間  $R_t$  求めるためのマップ f の構成説明図。

【図 6】実施の形態 1 の処理の一例を示すタイミングチャート。

【図 7】実施の形態 1 の処理の一例を示すタイミングチャート。

30

【図 8】実施の形態 2 の ECU が実行する劣化度合判定処理のフローチャート。

【図 9】同じく S 放出制御処理のフローチャート。

【図 10】吸入空気量  $G_A$  から検出タイミング  $t_{dt}$  を求めるためのマップ h の構成説明図。

【図 11】劣化度合の違いによる排気温  $T_{ex}$  と燃料浄化率との関係を示す燃料浄化率マップの構成説明図。

【図 12】実施の形態 2 の処理の一例を示すタイミングチャート。

【図 13】実施の形態 2 の処理の一例を示すタイミングチャート。

【図 14】実施の形態 3 の ECU が実行する S 放出制御処理のフローチャート。

【図 15】実施の形態 3 の処理の一例を示すタイミングチャート。

40

【図 16】実施の形態 4 の ECU が実行する S 放出制御処理のフローチャート。

【図 17】排気温差  $T_{in}$  からリッチ時間  $R_t$  求めるためのマップ p の構成説明図。

【図 18】実施の形態 4 の処理の一例を示すタイミングチャート。

【符号の説明】

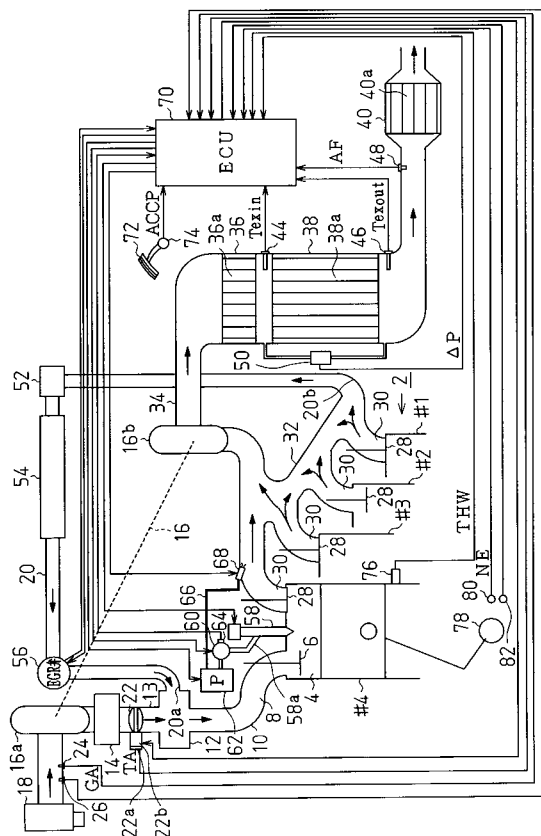
【0134】

2 ... ディーゼルエンジン、 4 ... 燃焼室、 6 ... 吸気弁、 8 ... 吸気ポート、 10 ... 吸気マニホールド、 12 ... サージタンク、 13 ... 吸気経路、 14 ... インタークーラ、 16 ... 排気ターボチャージャ、 16 a ... コンプレッサ、 16 b ... 排気タービン、 18 ... エアクリーナ、 20 ... EGR 経路、 20 a ... EGR ガス供給口、 20 b ... EGR ガス吸入口、 22 ... スロットル弁、 22 a ... スロットル開度センサ、 22 b ... モータ、 24 ... 吸入空気量センサ、

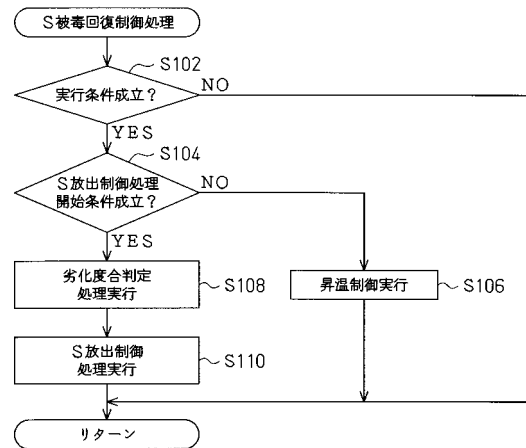
50

26...吸気温度センサ、28...排気弁、30...排気ポート、32...排気マニホールド、34...排気経路、36...第1触媒コンバータ、36a...NOx吸蔵還元触媒、38...第2触媒コンバータ、38a...フィルタ、40...第3触媒コンバータ、40a...酸化触媒、44...第1排気温度センサ、46...第2排気温度センサ、48...空燃比センサ、50...差圧センサ、52...EGR触媒、54...EGRクーラ、56...EGR弁、58...燃料噴射弁、58a...燃料供給管、60...コモンレール、62...燃料ポンプ、64...燃料圧センサ、66...燃料供給管、68...添加弁、70...ECU、72...アクセルペダル、74...アクセル開度センサ、76...冷却水温センサ、78...クランク軸、80...エンジン回転数センサ、82...気筒判別センサ。

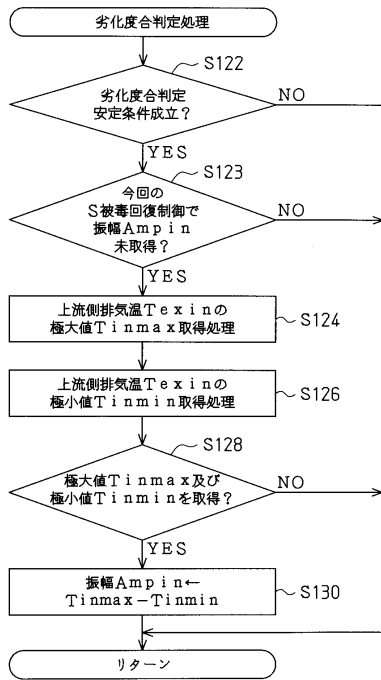
【図1】



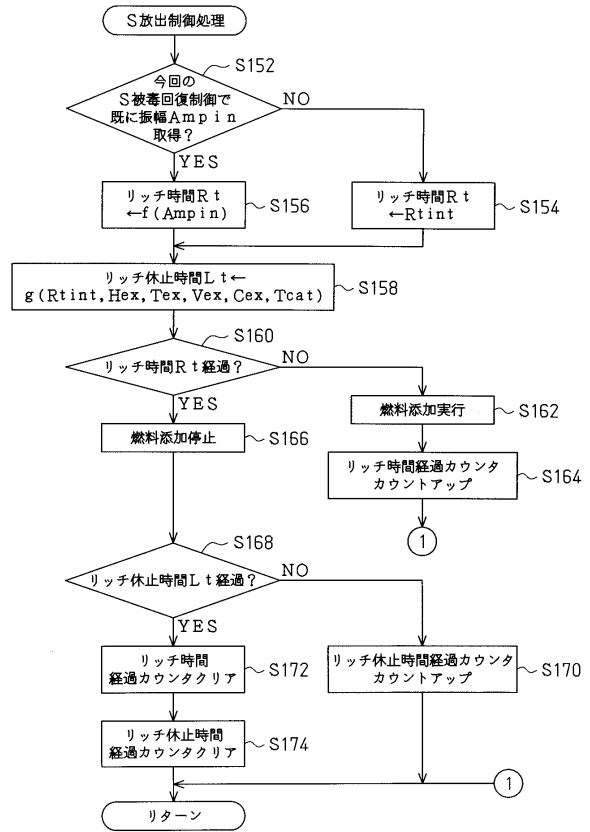
【図2】



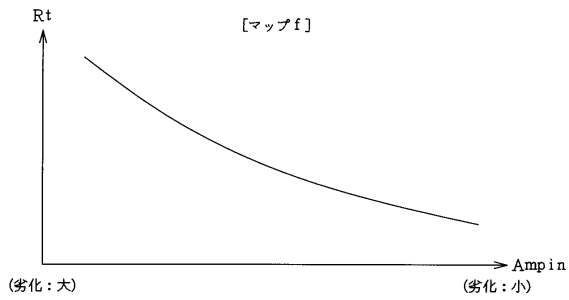
【図3】



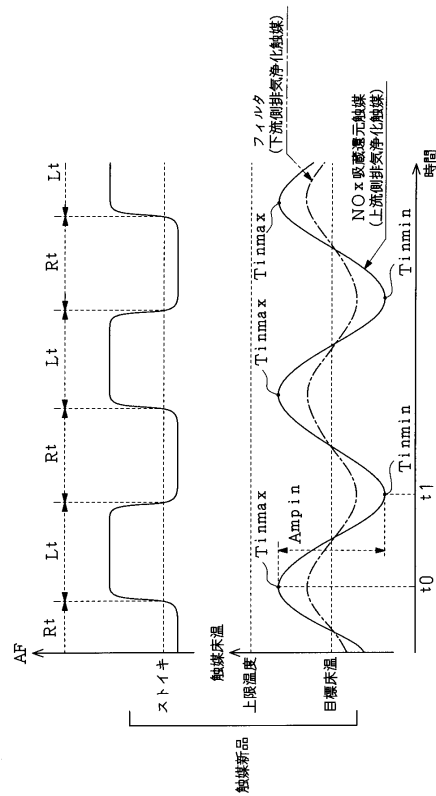
【図4】



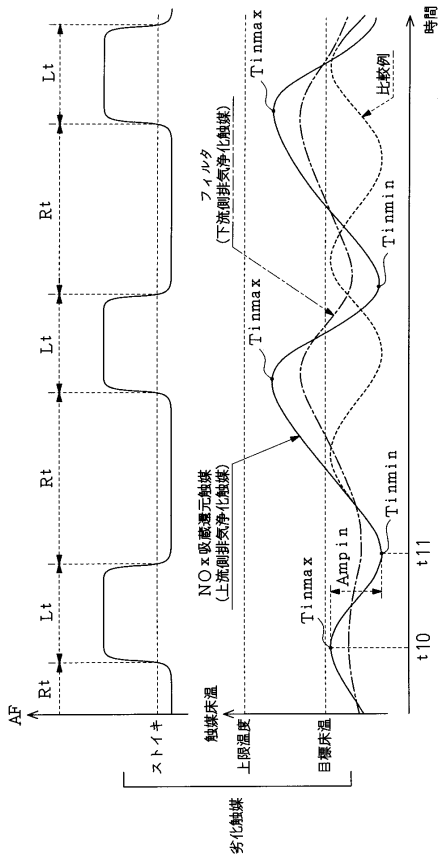
【図5】



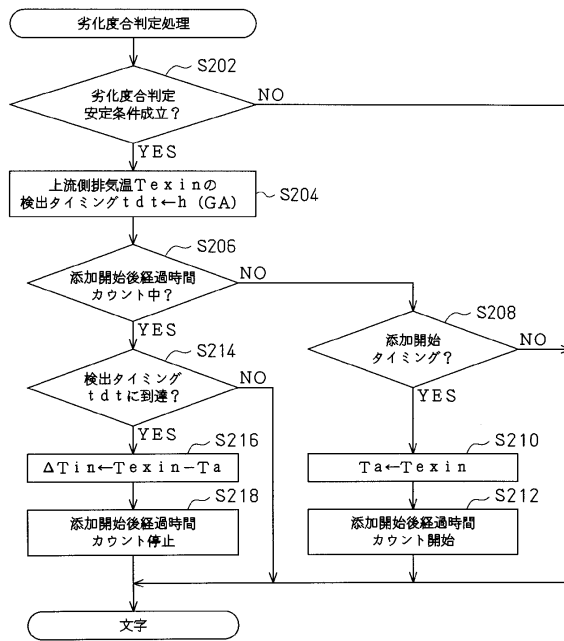
【図6】



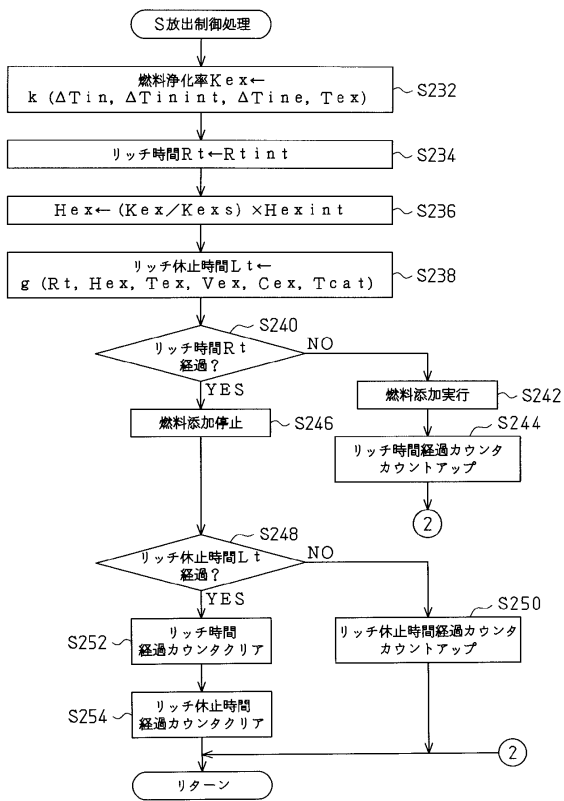
【図7】



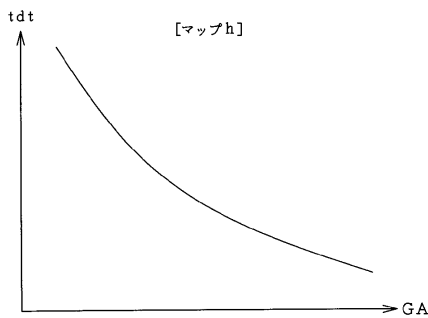
【図8】



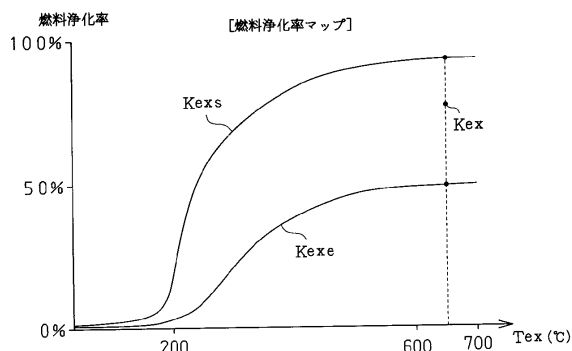
【図9】



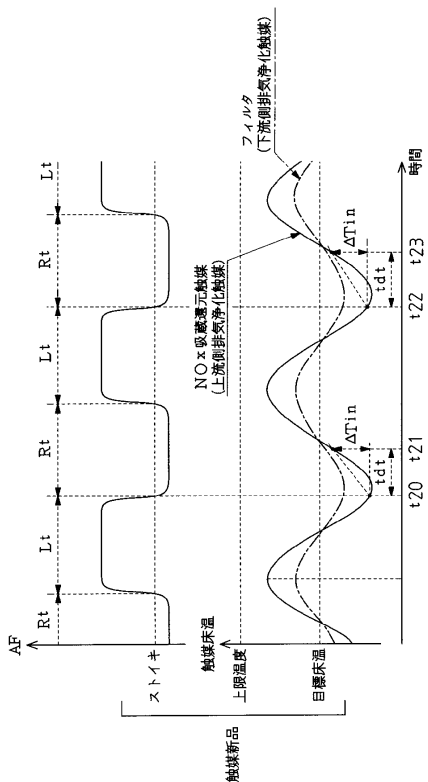
【図10】



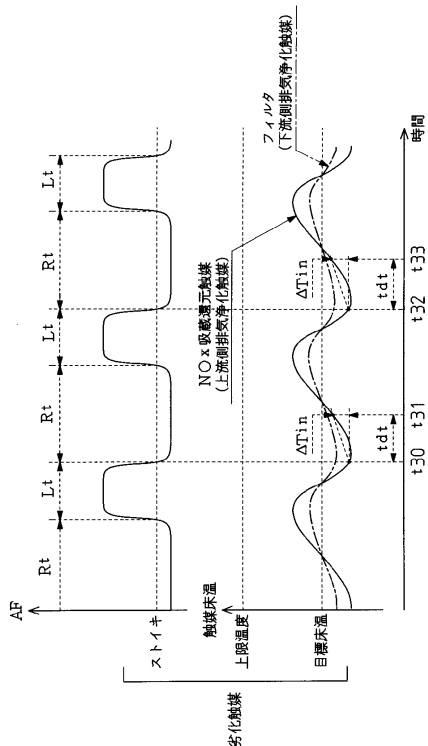
【図11】



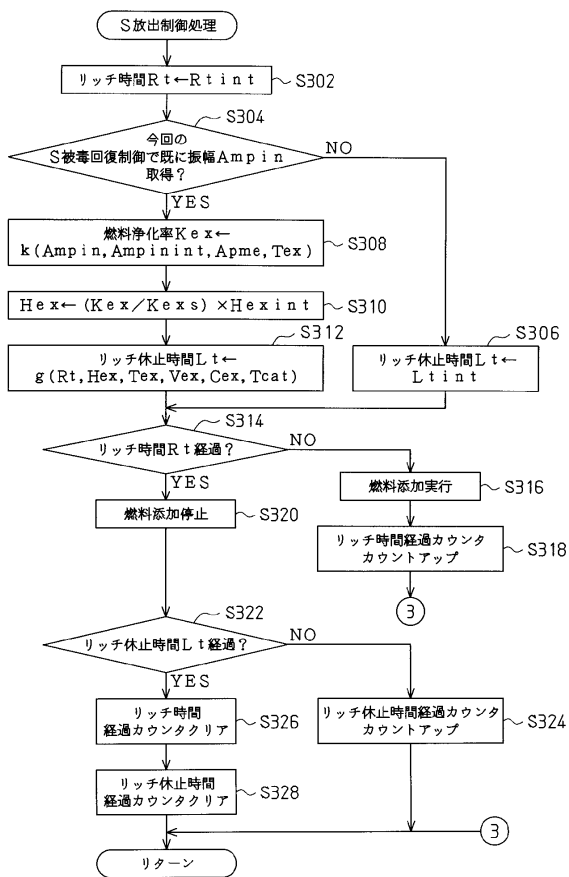
【図12】



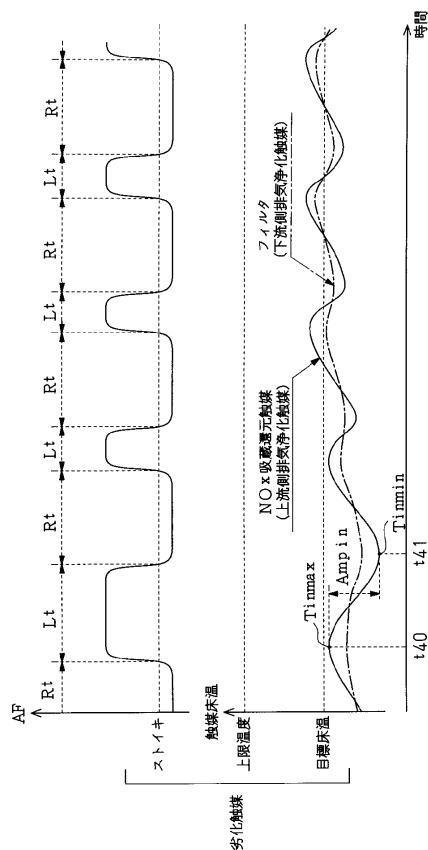
【図13】



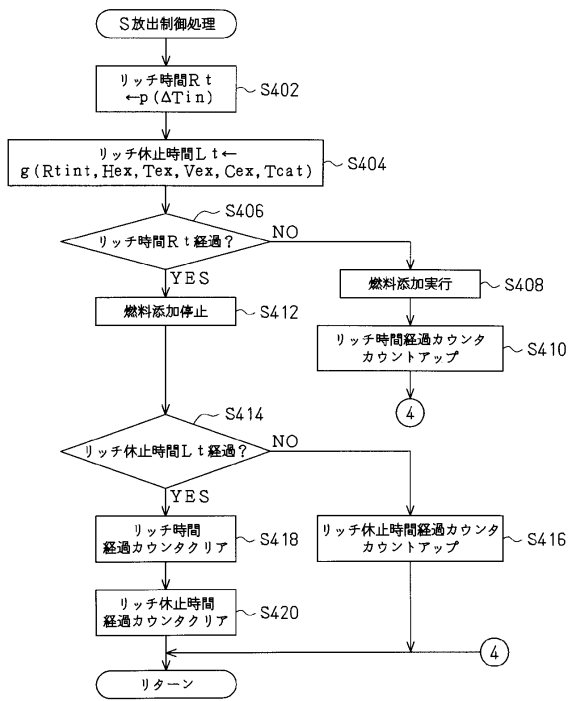
【図14】



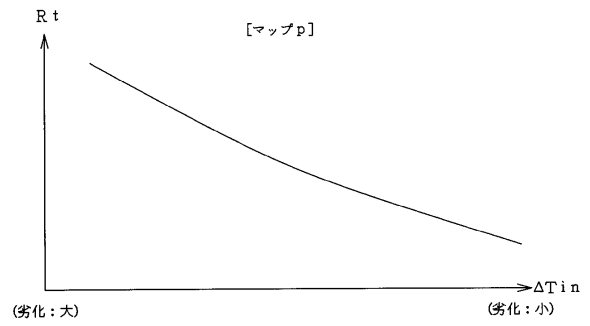
【図15】



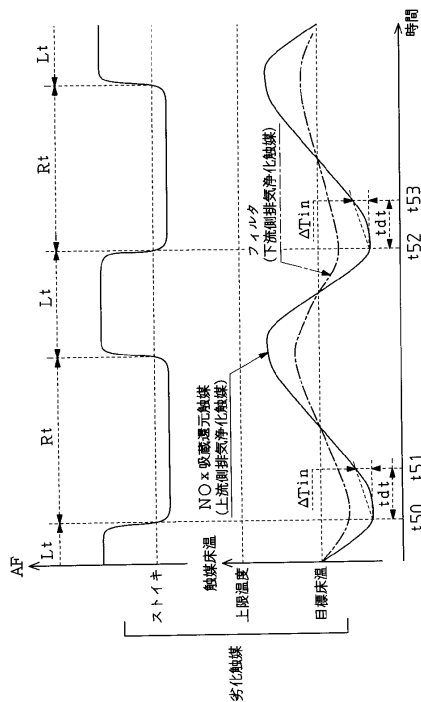
【図16】



【図17】



【図18】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
<i>F 0 1 N</i>	<i>3/36 (2006.01)</i>	<i>F 0 1 N 3/08 Z A B A</i>
<i>F 0 2 D</i>	<i>41/04 (2006.01)</i>	<i>F 0 1 N 3/24 R</i>
<i>F 0 2 D</i>	<i>45/00 (2006.01)</i>	<i>F 0 1 N 3/28 3 0 1 C</i>
		<i>F 0 1 N 3/36 B</i>
		<i>F 0 2 D 41/04 3 5 5</i>
		<i>F 0 2 D 45/00 3 1 4 T</i>
		<i>F 0 2 D 45/00 3 1 4 Z</i>

(72)発明者 都築 尚幸  
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 山口 正晃  
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 水口 恵一  
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内

審査官 亀田 貴志

(56)参考文献 特開2002-242663(JP,A)  
特開2002-155737(JP,A)  
特開2001-059413(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

<i>F 0 1 N</i>	<i>3 / 0 8</i>	-	<i>3 / 3 6</i>
<i>F 0 2 D</i>	<i>4 1 / 0 4</i>		
<i>F 0 2 D</i>	<i>4 5 / 0 0</i>		
<i>B 0 1 D</i>	<i>5 3 / 9 4</i>		