

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4074517号
(P4074517)

(45) 発行日 平成20年4月9日 (2008.4.9)

(24) 登録日 平成20年2月1日 (2008.2.1)

(51) Int. Cl.

F I

FO1N 3/08 (2006.01)
 BO1D 53/94 (2006.01)
 BO1D 53/56 (2006.01)
 BO1D 53/74 (2006.01)
 FO1N 3/28 (2006.01)

FO1N 3/08 ZABH
 FO1N 3/08 A
 BO1D 53/36 IO1A
 BO1D 53/34 I29E
 FO1N 3/28 IO1C

請求項の数 57 (全 44 頁)

(21) 出願番号 特願2002-536191 (P2002-536191)
 (86) (22) 出願日 平成13年10月15日 (2001.10.15)
 (65) 公表番号 特表2004-518053 (P2004-518053A)
 (43) 公表日 平成16年6月17日 (2004.6.17)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2001/032029
 (87) 国際公開番号 W02002/033232
 (87) 国際公開日 平成14年4月25日 (2002.4.25)
 審査請求日 平成16年10月15日 (2004.10.15)
 (31) 優先権主張番号 09/688,663
 (32) 優先日 平成12年10月16日 (2000.10.16)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 591044371
 エンゲルハート・コーポレーション
 ENGELHARD CORPORATION
 アメリカ合衆国ニュージャージー州088
 30イセリン・ウッドアベニュー101
 (73) 特許権者 503141020
 テイエヌオー・オートモーティブ
 オランダ・2600デルフト・ピーオーボ
 ックス6033
 (74) 代理人 100060782
 弁理士 小田島 平吉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 SCR用途用制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

還元用触媒が備わっているSCRシステムに外部の還元剤を供給することによって自動車内燃機関用途で発生するNOx排出量を減少させる方法であって、

a) 1種以上のエンジン操作パラメータを感知することで前記エンジンが発生する実際のNOx排出量の指標となるNOx排出濃度を予測し、

b) 前記実際のNOx排出濃度が変化しそして前記還元用触媒の温度が設定範囲内の時には、新鮮な所定の還元用触媒が前記還元剤を前記設定範囲内の所定温度で貯蔵するに要する相対時間の関数として決定される時間定数を用いて、前記実際のNOx排出濃度に修正を受けさせることで、前記実際のNOx排出濃度とは異なる計算されたNOx排出濃度を生じさせ、そして

c) 前記SCRシステムに入っている前記還元用触媒に外部の還元剤を前記還元用触媒が前記計算されたNOx排出濃度を低くするに十分な速度で計量注入し、前記還元剤の計量注入によって過渡的NOx排出によると考えられる前記SCRシステムに対する影響をなくす、

段階を含んで成る方法。

【請求項2】

前記実際のNOx排出が増加した時には前記時間定数によって前記内燃機関が発生するその増加した実際のNOx排出濃度よりも小さい計算されたNOx排出濃度を生じさせる請求項1記載の方法。

【請求項 3】

前記実際の NO_x 排出が減少した時には前記時間定数によって前記内燃機関が発生するその減少した実際の NO_x 排出濃度よりも大きい計算された NO_x 排出濃度を生じさせる請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記時間定数を所定の還元用触媒に関して実験的に決定する請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

dT/dt 関係 [ここで、 T は前記還元用触媒の温度でありそして t は時間である] に従って前記触媒の温度が時間に関して変化する割合を考慮することによって前記実際の排出量の変化を増加または減少として確実に決定するが、ここで、 dT/dt が減速が起こったことを示す時に前記還元剤の計量注入が止められる請求項 4 記載の方法。

10

【請求項 6】

更に、前記還元用触媒の温度が前記範囲未満であるか或は前記エンジンが減速している時には還元剤の計量注入を止める段階も包含する請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】

前記時間定数が、所定触媒が所定量の還元剤を前記設定触媒温度範囲内の所定触媒温度の時に貯蔵および／または放出し得る時間と相互に関係している変数であり、ここで、前記貯蔵時間は前記触媒温度が前記設定温度範囲内で高くなると短くなる請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

20

前記還元剤がアンモニアでありそして前記還元用触媒の貯蔵および放出能力に前記排気ガスが上を流れる前記触媒の表面積および前記表面領域上のアンモニア吸着／吸収部位の数および強度を含める請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】

前記触媒の前記貯蔵能力にまた前記触媒が前記触媒温度範囲内の所定温度で NO_x を貯蔵する能力も含める請求項 8 記載の方法。

【請求項 10】

前記時間定数を NO_x フィルターに通して実行する請求項 1 記載の方法。

【請求項 11】

還元用触媒が備わっている SCR システムに外部の還元剤を供給することによって自動車内燃機関用途で発生する NO_x 排出量を減少させる方法であって、

30

a) 1 種以上のエンジン操作パラメータを感知することで前記エンジンが発生する実際の NO_x 排出量の指標となる NO_x 排出濃度を予測し、

b) 前記実際の NO_x 排出濃度が変化しそして前記還元用触媒の温度が設定範囲内の時には、新鮮な所定の還元用触媒が前記還元剤を前記設定範囲内の温度で貯蔵するに要する時間の関数として決定される時間定数を用いて、前記実際の NO_x 排出濃度に修正を受けさせることで、前記実際の NO_x 排出濃度とは異なる計算された NO_x 排出濃度を生じさせる、

c) 前記 SCR システムに入っている前記還元用触媒に外部の還元剤を前記還元用触媒が前記計算された NO_x 排出濃度を低くするに十分な速度で計量注入し、前記還元剤の計量注入によって過渡的 NO_x 排出によると考えられる前記 SCR システムに対する影響をなくし、そして

40

d) 前記時間定数を NO_x フィルターに通して実行し、そして前記 NO_x フィルターに互いに直列連結している 2 つの一次フィルターを含める、段階を含んで成る方法。

【請求項 12】

前記 NO_x フィルターが連続時間変域の中で前記実際の NO_x 排出濃度を伝達関数

【数 1】

$$H(s) = \frac{1}{\tau_1 \cdot s + 1} \cdot \frac{1}{\tau_2 \cdot s + 1}$$

[ここで、 τ_1 は τ_2 に等しくそしてこれは前記還元用触媒の機能の関数である]
に従ってフィルターにかける請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 3】

τ が前記還元用触媒の温度の関数であり、これが、前記還元用触媒がこの触媒の温度で前記還元剤を少なくとも貯蔵する能力（ τ_{NOx} で表示）と相互に関係している請求項 1 2 記載の方法。 10

【請求項 1 4】

前記 NOx フィルターが離散形態でありそしてこれがマイクロプロセッサで実行され、前記離散形態の前記 NOx フィルターが互いに直列連結している 2 つの一次フィルターを包含する請求項 1 3 記載の方法。

【請求項 1 5】

前記離散形態の 1 番目の NOx フィルターが差分方程式

【数 2】

$$NOx_{Filt1}(n) = \frac{NOx_{EngOut}(n) - NOx_{Filt1}(n-1)}{\tau_{NOx1}} + NOx_{Filt1}(n-1) \quad 20$$

で表されそして 2 番目の離散形態の NOx フィルターが差分方程式

【数 3】

$$NOx_{Filt2}(n) = \frac{NOx_{Filt1}(n) - NOx_{Filt2}(n-1)}{\tau_{NOx2}} + NOx_{Filt2}(n-1)$$

[ここで、

τ_{NOx1} は τ_{NOx2} に等しく、 NOx_{EngOut} は前記実際の NOx 排出量であり、 NOx_{Filt1} は前記 1 番目のフィルターにかけられた後の NOx 値でありそしてこれは中間値であり、そして NOx_{Filt2} は前記計算された NOx 排出量である] 30
で表される請求項 1 4 記載の方法。

【請求項 1 6】

更に、前記排気ガスの温度を感知または計算することで前記還元用触媒の温度を決定しそして触媒温度フィルターを用いて前記排気ガスの温度を前記排気ガスの変化する空間速度の関数としてフィルターにかけることで機能触媒温度を確立し、前記機能触媒温度を用いて前記計算された NOx 排出濃度を決定する段階を包含する請求項 1 3 記載の方法。

【請求項 1 7】

前記触媒温度フィルターが連続時間変域の中で伝達関数

【数 4】

$$H(s) = \frac{1}{\tau_1 \cdot s + 1} \cdot \frac{1}{\tau_2 \cdot s + 1}$$

[ここで、 τ_1 は τ_2 に等しくそしてこれは前記排気ガスの空間速度の関数である]
で表される請求項 1 6 記載の方法。

【請求項 1 8】

前記触媒温度フィルターが離散形態でありそしてこれがマイクロプロセッサで実行され、前記離散形態の前記フィルターが互いに直列連結している 2 つの一次フィルターを包含する請求項 1 7 記載の方法。 50

【請求項 19】

前記離散形態の 1 番目の触媒フィルターが差分方程式

【数 5】

$$T_{Cat_{Fil1}}(n) = \frac{T_{Exhaust}(n) - T_{Cat_{Fil1}}(n-1)}{\tau_{Cat1}} + T_{Cat_{Fil1}}(n-1)$$

で表されそして 2 番目の離散形態の触媒フィルターが差分方程式

【数 6】

$$T_{Cat_{Fil2}}(n) = \frac{T_{Cat_{Fil1}}(n) - T_{Cat_{Fil2}}(n-1)}{\tau_{Cat2}} + T_{Cat_{Fil2}}(n-1)$$

10

[ここで、

τ_{CAT1} は τ_{CAT2} に等しく、 $T_{Exhaust}$ は前記排気ガスの温度であり、 $T_{Cat_{Fil1}}$ は前記 1 番目のフィルターにかけられた後の触媒温度でありそしてこれは中間的な温度であり、そして $T_{Cat_{Fil2}}$ は前記機能触媒温度である]

で表される請求項 18 記載の方法。

【請求項 20】

【数 7】

20

$$\tau_{CAT} = \frac{M_{CAT} \cdot C_{pCAT}}{SV \cdot P_{GAS} \cdot C_{pGAS} \cdot V_{CAT}}$$

ここで、

M は、前記触媒の質量であり、

V は、前記触媒の体積であり、

C_{pCAT} は、前記触媒の熱容量であり、

P_{GAS} は、排気ガスの密度であり、

C_{pGAS} は、前記排気ガスの熱容量であり、そして

SV は、排気ガスの空間速度である、

請求項 19 記載の方法。

【請求項 21】

更に、周囲温度を感知しそして前記自動車用途において前記エンジンが停止した時点で前記機能触媒温度を前記周囲温度の影響を前記エンジンが停止した時間の関数として用いてフィルターにかけることで冷却機能触媒温度を決定しそして前記エンジンを再始動させる時に前記冷却温度を前記機能触媒温度として用いる段階も包含する請求項 18 記載の方法。

【請求項 22】

前記機能触媒温度をフィルターにかけて前記冷却触媒温度を生じさせる前記段階が一次冷却フィルターで表され、前記冷却フィルターが連続時間変域の中で伝達関数

【数 8】

40

$$H(s) = \frac{1}{\tau \cdot s + 1}$$

[ここで、 τ は時間の関数、例えばタイマーまたは停止時の周囲温度と触媒温度の間の差で実行される時間の関数である]

で実行される請求項 21 記載の方法。

【請求項 23】

50

前記冷却フィルターが離散形態で前記マイクロプロセッサによって実行される請求項 2 2 記載の方法。

【請求項 2 4】

前記冷却フィルターが、前記触媒フィルターの中で、前記エンジンが停止した後は前記 1 番目の触媒フィルターと 2 番目の触媒フィルターを平行配列に切り替えそしてエンジンが始動した後は前記 1 番目の触媒フィルターと 2 番目の触媒フィルターを前記直列関係に戻すことによって実行される請求項 2 3 記載の方法。

【請求項 2 5】

前記離散形態の冷却フィルターが差分方程式

【数 9】

10

$$TCool_{Filt1,2} = \frac{T_{Amb}(n) - TCool_{Filt1,2}(n-1)}{\tau_{Cool1,2}} + TCool_{Filt1,2}(n-1)$$

[ここで、 T_{Amb} は前記周囲温度であり、 $TCool_{Filt1,2}$ は両方のフィルターに関する冷却中の前記冷却触媒温度であり、そして $\tau_{Cool1} = \tau_{Cool2}$ であり、これは、停止時触媒温度における時間の関数、例えばタイマーが記録した時間の関数または周囲温度と触媒停止温度の間の差の関数としての時間定数として確立された時間定数である]

で表される請求項 2 4 記載の方法。

【請求項 2 6】

20

更に、 NO_x 排出量が設定量になった時に設定量の還元剤を排気流れに注入する時の還元剤と NO_x の正規化した化学量論的比率 (NSR) を決定しそして前記計算された NO_x 排出量を前記 NSR で調整することで前記外部の還元剤を前記還元用触媒に計量注入すべき速度を決定する段階も包含する請求項 1 6 記載の方法。

【請求項 2 7】

前記 NSR を決定する前記段階が前記機能触媒温度を用いて前記外部の還元剤と前記計算された NO_x 排出量の間の所望の化学量論が基になった関係に相当する NSR 値を選択する段階を包含する請求項 2 6 記載の方法。

【請求項 2 8】

更に、前記還元用触媒の老化と相互に関係している追加的係数を用いて前記 NSR 値を調整し、それによって、前記還元用触媒が老化するにつれて注入速度を遅くする段階も包含する請求項 1 2 記載の方法。

30

【請求項 2 9】

前記還元用触媒がゼオライトであるか或はチタン、バナジウム、タングステンおよび／またはモリブデンの酸化物の混合物である請求項 1 2 記載の方法。

【請求項 3 0】

更に、

i) 排気ガスの温度および前記触媒を通る前記排気ガスの空間速度を感知または計算で決定し、そして

ii) 変化する空間速度の関数として決定される時間定数を 使用する触媒フィルターであって、排気ガスの温度をフィルターにかける該触媒フィルターを用いて前記排気ガスの温度をフィルターにかけることで前記触媒の機能温度を得る、
ことも包含する請求項 1 記載の方法。

40

【請求項 3 1】

前記排気ガスの温度が前記還元用触媒の入り口の所で感知または計算された排気ガス温度である請求項 3 0 記載の方法。

【請求項 3 2】

前記 SCR の上流の前記排気ガスの温度を決定する目的で感知する前記操作パラメーターに下記：

i) 周囲温度の参考を伴うか或は伴わないエンジン冷媒温度、

50

i i) 燃料供給および燃焼用空気の温度、および
i i i) 前記 S C R 触媒の上流の排気ガスの温度、
の 1 つ以上を含める請求項 3 1 記載の方法。

【請求項 3 3】

前記触媒フィルターが連続時間変域の中で伝達関数

【数 1 0】

$$H(s) = \frac{1}{\tau_1 \cdot s + 1} \cdot \frac{1}{\tau_2 \cdot s + 1}$$

10

[ここで、 τ_1 は τ_2 に等しくそしてこれは前記排気ガスの空間速度の関数である]
で表される請求項 3 0 記載の方法。

【請求項 3 4】

前記触媒フィルターが離散形態でありそしてこれがマイクロプロセッサで実行され、
前記離散形態の前記フィルターが互いに直列連結している 2 つの一次フィルターを包含す
る請求項 3 3 記載の方法。

【請求項 3 5】

前記離散形態の 1 番目の触媒フィルターが差分方程式

【数 1 1】

$$TCat_{Fil1}(n) = \frac{TE_{xhaust}(n) - TCat_{Fil1}(n-1)}{\tau_{Cat1}} + TCat_{Fil1}(n-1)$$

20

で表されそして 2 番目の離散形態の触媒フィルターが差分方程式

【数 1 2】

$$TCat_{Fil2}(n) = \frac{TCat_{Fil1}(n) - TCat_{Fil2}(n-1)}{\tau_{Cat2}} + TCat_{Fil2}(n-1)$$

[ここで、

τ_{CAT1} は τ_{CAT2} に等しく、 TE_{xhaust} は前記排気ガスの温度であり、 $TCat_{Fil1}$
 $_1$ は前記 1 番目のフィルターにかけられた後の触媒温度でありそしてこれは中間的な温度
であり、そして $TCat_{Fil2}$ は前記機能触媒温度である]

で表される請求項 3 4 記載の方法。

【請求項 3 6】

【数 1 3】

$$\tau_{CAT} = \frac{M_{CAT} \cdot Cp_{CAT}}{SV \cdot P_{GAS} \cdot Cp_{GAS} \cdot V_{CAT}}$$

30

40

ここで、

M は、前記触媒の質量であり、

V は、前記触媒の体積であり、

Cp_{CAT} は、前記触媒の熱容量であり、

P_{GAS} は、排気ガスの密度であり、

Cp_{GAS} は、前記排気ガスの熱容量であり、そして

SV は、排気ガスの空間速度である、

請求項 3 5 記載の方法。

【請求項 3 7】

更に、周囲温度を感知しそして前記自動車用途において前記エンジンが停止した時点で

50

前記機能触媒温度を前記周囲温度の影響を前記エンジンが停止した時間の関数として用いるか或は周囲温度と冷却温度の間の差を用いてフィルターにかけることで冷却触媒温度を決定しそして前記エンジンを再始動させる時に前記冷却温度を前記機能触媒温度として用いる段階も包含する請求項 30 記載の方法。

【請求項 38】

前記機能触媒温度をフィルターにかけて前記冷却触媒温度を生じさせる前記段階が一次冷却フィルターで表され、前記冷却フィルターが連続時間変域の中で伝達関数

【数 14】

$$H(s) = \frac{1}{\tau \cdot s + 1}$$

10

[ここで、 τ は時間の関数、例えばタイマーまたはエンジン停止時の触媒温度と周囲温度の間の差で実行される時間の関数である]

で実行される請求項 37 記載の方法。

【請求項 39】

更に、前記エンジンが停止した後の周囲温度を感知しそして停止時の所定触媒温度においてエンジンが停止した時から経過した時間の関数としてか或は周囲温度と停止時触媒温度の間の温度の差の関数として確立される冷却時間定数を用いた一次フィルターで前記触媒温度をフィルターにかけ、それによって、エンジンを再始動させた後の触媒温度を決定する段階も包含する請求項 30 記載の方法。

20

【請求項 40】

更に、

前記機能触媒温度および空間速度を 使用 して還元剤と NOx 排出量の正規化した化学量論的比率を示す NSR シグナルを生じさせ、そして

前記 NSR シグナルによって前記計算された NOx 値を使用して前記外部の還元剤を計量注入する装置を制御する計量注入シグナルを発生させることによって前記還元剤を前記還元用触媒に計量注入する、

段階も包含する請求項 30 記載の方法。

【請求項 41】

30

前記 NOx 排出量をフィルターにかけることが NOx フィルターを包含しそして前記排気ガス温度をフィルターにかけることが触媒フィルターを包含し、前記 NOx フィルターおよび触媒フィルターの両方が連続時間変域の中で差分方程式

【数 15】

$$H(s) = \frac{1}{\tau_1 \cdot s + 1} \cdot \frac{1}{\tau_2 \cdot s + 1}$$

[ここで、 τ_1 は τ_2 に等しく、そしてこれは、前記 NOx フィルターに関しては前記還元用触媒の機能の関数であり、そして前記触媒フィルターに関しては前記排気ガスの空間速度の関数である]

40

で表される伝達関数を実行するように機能し得る請求項 40 記載の方法。

【請求項 42】

NOx フィルターと触媒フィルターの両方が二次フィルターとして離散形態で実行され、前記二次フィルターの各々が 2 番目の一次フィルターと直列連結している一次フィルターを包含する請求項 41 記載の方法。

【請求項 43】

前記離散形態の 1 番目の NOx フィルターが差分方程式

【数 1 6】

$$NOx_{Filt1}(n) = \frac{NOx_{EngOut}(n) - NOx_{Filt1}(n-1)}{\tau_{NOx1}} + NOx_{Filt1}(n-1)$$

で表されそして 2 番目の離散形態の NOx フィルターが差分方程式

【数 1 7】

$$NOx_{Filt2}(n) = \frac{NOx_{Filt1}(n) - NOx_{Filt2}(n-1)}{\tau_{NOx2}} + NOx_{Filt2}(n-1)$$

10

[ここで、

τ_{NOx1} は τ_{NOx2} に等しく、 NOx_{EngOut} は前記実際の NOx 排出量であり、 NOx_{Filt1} は前記 1 番目のフィルターにかけられた後の NOx 値でありそしてこれは中間値であり、そして NOx_{Filt2} は前記計算された NOx 排出量である]

で表される請求項 4 2 記載の方法。

【請求項 4 4】

前記離散形態の 1 番目の触媒フィルターが差分方程式

【数 1 8】

$$TCat_{Filt1}(n) = \frac{TExhaust(n) - TCat_{Filt1}(n-1)}{\tau_{Cat1}} + TCat_{Filt1}(n-1)$$

20

で表されそして 2 番目の離散形態の触媒フィルターが差分方程式

【数 1 9】

$$TCat_{Filt2}(n) = \frac{TCat_{Filt1}(n) - TCat_{Filt2}(n-1)}{\tau_{Cat2}} + TCat_{Filt2}(n-1)$$

[ここで、

τ_{CAT1} は τ_{CAT2} に等しく、 $TExhaust$ は前記排気ガスの温度であり、 $TCat_{Filt1}$ は前記 1 番目のフィルターにかけられた後の触媒温度でありそしてこれは中間的な温度であり、そして $TCat_{Filt2}$ は前記機能触媒温度である]

で表される請求項 4 3 記載の方法。

【請求項 4 5】

前記還元用触媒がゼオライトであるか或はチタン、バナジウム、タングステンおよび／またはモリブデンの酸化物の混合物である請求項 4 4 記載の方法。

【請求項 4 6】

ICE エンジンが備わっている自動車の用途において前記エンジンがもたらす過渡的 NOx 排出をなくす目的で還元用触媒を含有する SCR システムに供給される外部の還元剤の用量を制御する方法であって、

a) 前記エンジンが発生する実際の NOx 排出量を測定することで NOx 実際シグナルを生じさせ、

b) 前記還元用触媒が設定温度変化内の時に前記 NOx 実際シグナルをフィルターにかけることによって前記 NOx 実際シグナルに可変遅れを生じさせるが、ここで、前記遅れは、所定の還元用触媒が前記還元剤を前記設定温度変化内の所定温度で飽和状態になるまで貯蔵するに要する相対時間の関数として決定されるものであり、そして

c) 前記遅れた NOx 実際シグナルの値の時に実時間で前記還元剤を計量注入する、段階を含んで成る方法。

【請求項 4 7】

30

40

50

前記フィルターにかける段階が前記還元用触媒がこの触媒の温度の時に示す能力の関数として決定されるNO_x時間定数を有するNO_xフィルターで実行される請求項46記載の方法。

【請求項48】

前記時間定数が実験的に決定された可変定数であり、これは、所定触媒が所定量の還元剤を前記設定触媒温度範囲内の所定触媒温度の時に貯蔵および／または放出し得る時間と相互に関係しており、ここで、前記貯蔵時間は前記触媒温度が前記設定温度範囲内で高くなると短くなる請求項47記載の方法。

【請求項49】

前記NO_xフィルターが連続時間変域の中で前記実際のNO_x排出濃度を伝達関数
【数20】

10

$$H(s) = \frac{1}{\tau_1 \cdot s + 1} \cdot \frac{1}{\tau_2 \cdot s + 1}$$

[ここで、 τ_1 は τ_2 に等しくそしてこれは前記還元用触媒の機能の関数である]に従ってフィルターにかける請求項47記載の方法。

【請求項50】

前記NO_xフィルターが離散形態でありそしてこれがマイクロプロセッサで実行され、前記離散形態の前記NO_xフィルターが互いに直列連結している2つの一次フィルターを包含する請求項49記載の方法。

20

【請求項51】

前記離散形態の1番目のNO_xフィルターが差分方程式
【数21】

$$NO_{xFil1}(n) = \frac{NO_{xEngOut}(n) - NO_{xFil1}(n-1)}{\tau_{NOx1}} + NO_{xFil1}(n-1)$$

で表されそして2番目の離散形態のNO_xフィルターが差分方程式

【数22】

30

$$NO_{xFil2}(n) = \frac{NO_{xFil1}(n) - NO_{xFil2}(n-1)}{\tau_{NOx2}} + NO_{xFil2}(n-1)$$

[ここで、

τ_{NOx1} は τ_{NOx2} に等しく、 $NO_{xEngOut}$ は前記実際のNO_x排出量であり、 NO_{xFil1} は前記1番目のフィルターにかけられた後のNO_x値でありそしてこれは中間値であり、そして NO_{xFil2} は前記計算されたNO_x排出量である]

で表される請求項50記載の方法。

【請求項52】

40

更に、前記排気ガスの温度を感知または計算することで前記還元用触媒の温度を決定しそして前記排気ガスの空間速度が変化する時には触媒フィルターを用いて前記排気ガスの温度をフィルターにかけることで機能触媒温度を確立する段階も包含する請求項51記載の方法。

【請求項53】

前記触媒フィルターが連続時間変域の中で伝達関数

【数 2 3】

$$H(s) = \frac{1}{\tau_1 \cdot s + 1} \cdot \frac{1}{\tau_2 \cdot s + 1}$$

[ここで、 τ_1 は τ_2 に等しくそしてこれは前記排気ガスの空間速度の関数である]
で表される請求項 5 2 記載の方法。

【請求項 5 4】

前記触媒フィルターが離散形態でありそしてこれがマイクロプロセッサで実行され、
前記離散形態の前記フィルターが互いに直列連結している 2 つの一次フィルターを包含す
る請求項 5 3 記載の方法。 10

【請求項 5 5】

前記離散形態の 1 番目の触媒フィルターが差分方程式

【数 2 4】

$$TCat_{Filt1}(n) = \frac{TE_{Exhaust}(n) - TCat_{Filt1}(n-1)}{\tau_{Cat1}} + TCat_{Filt1}(n-1)$$

で表されそして 2 番目の離散形態の触媒フィルターが差分方程式

【数 2 5】

20

$$TCat_{Filt2}(n) = \frac{TCat_{Filt1}(n) - TCat_{Filt2}(n-1)}{\tau_{Cat2}} + TCat_{Filt2}(n-1)$$

[ここで、

τ_{CAT1} は τ_{CAT2} に等しく、 $TE_{Exhaust}$ は前記排気ガスの温度であり、 $TCat_{Filt1}$
は前記 1 番目のフィルターにかけられた後の触媒温度でありそしてこれは中間的な温度
であり、そして $TCat_{Filt2}$ は前記機能触媒温度である]

で表される請求項 5 4 記載の方法。

【請求項 5 6】

30

【数 2 6】

$$\tau_{CAT} = \frac{M_{CAT} \cdot C_{pCAT}}{SV \cdot P_{GAS} \cdot C_{pGAS} \cdot V_{CAT}}$$

ここで、

Mは、前記触媒の質量であり、

Vは、前記触媒の体積であり、

C_{pCAT} は、前記触媒の熱容量であり、

P_{GAS} は、排気ガスの密度であり、

40

C_{pGAS} は、前記排気ガスの熱容量であり、そして

SVは、排気ガスの空間速度である、

請求項 5 5 記載の方法。

【請求項 5 7】

更に、前記エンジンが停止した後の周囲温度を感知しそして停止時の所定触媒温度にお
いてエンジンが停止した時から経過した時間の関数としてか或は周囲温度と停止時触媒温
度の間の温度の差の関数として確立される冷却時間定数を用いた一次フィルターで前記触
媒温度をフィルターにかけ、それによって、エンジンを再始動させた後の触媒温度を計算
する段階も包含する請求項 4 6 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

50

【0001】

本発明は一般に車（vehicle）の内燃機関が発生する窒素酸化物（NO_x）排出量（emissions）、より詳細には、選択的接触還元（SCR）方法を用いたNO_x排出量低下を制御するシステム（system）に関する。

【0002】

本発明は、特に、ディーゼルエンジンによって動力が与えられる車が発生するNO_x過渡排出（NO_x transient emissions）の影響を考慮してSCRシステムに入っている還元用触媒への外部の還元剤であるアンモニアの供給を調節する制御システムに適用可能であり、それを具体的に言及することで記述する。しかしながら、本分野の技術者は、本制御システムはより幅広い用途を有して他の還元剤、例えば燃料油または炭化水素などが用いられるSCRシステムにも適用可能なばかりでなく他の自動車内燃機関用途、例えば「希薄燃焼」技術が用いられているガソリンエンジンなどで用いられるSCRシステムにも適用可能であることを理解するであろう。

【0003】

（引用による組み込み）

下記の特許および出版物は引用することによって本明細書に組み入れられ、本明細書の一部を構成する。

1) 日付が1983年9月13日で表題が「AMMONIA/FUEL RATIO CONTROL SYSTEM FOR REDUCING NITROGEN OXIDE EMISSIONS」のJohn R. Gladdenの米国特許第4,403,473号、

2) 日付が1995年10月16-19日で表題が「AN UREA LEAN NO_x CATALYST SYSTEM FOR LIGHT DUTY DIESEL VEHICLES」のH. Lunders、R. BackesおよびG. Huthwohl（FEV Motorentechnik）およびD. A. Ketcher、R. W. Horrocks、R. G. HurleyおよびR. H. Hammerle（Ford Motor Co.）によるSAE Paper No. 952493（7頁を参照）。

3) 日付が1992年9月14-17日で表題が「DEVELOPMENT OF AN AMMONIA/SCR NO_x REDUCTION SYSTEM FOR A HEAVY DUTY NATURAL GASU ENGINE」のJ. Walker（Ortech）およびB. K. Speronello（Engelhard Corp.）によるSAE Paper No. 921673。

4) 日付が1997年3月4日で表題が「APPARATUS AND METHOD FOR ESTIMATING THE TEMPERATURE OF AN AUTOMOTIVE CATALYTIC CONVERTER」のNaoki Tomisawaの米国特許第5,606,855号、および

5) 日付が1996年2月6日で表題が「CONTROL UNIT FOR VEHICLE AND TOTAL CONTROL SYSTEM THEREFOR」のMinowa他の米国特許第5,490,064号。

【0004】

この上で引用した資料はいずれも本発明の如何なる部分も構成しない。この資料は引用することによって本明細書に組み入れられ、その結果として、SCRシステムに関係した詳細、例えばアンモニアまたは炭化水素である還元剤を用いたSCRシステムの操作、還元剤の計量注入（metering）、エンジン操作の原理および制御などを本明細書に詳細に挙げる必要も記述する必要もないであろう。

【0005】

（背景）

本発明は、空気を化学量論的燃焼で要求される量よりも大過剰量で用いた燃焼状態、即ち希薄状態で作動する内燃機関、特にディーゼルエンジンの排気ガスから窒素酸化物（NO_x）を除去することに向けたものである。不幸なことには、空気を過剰量で存在させると

10

20

30

40

50

窒素酸化物に接触還元を受けさせるのが困難になる。排出規制は、車が特定の運転サイクル中に放出してもよい特定排出物（NO_xを包含）の量に制限を課しており、例えば i）低荷重トラック（light duty trucks）に関して米国ではFTP（「連邦試験手順」）を課しており、またはヨーロッパではMVEG〔「自動車排出群（mobile vehicle emissions group）」〕を課しており、または ii）高荷重トラック（heavy duty trucks）に関して米国ではHeavy Duty Cycleを課しており、またはヨーロッパではESC（European Steady State Cycle）またはETC（European Transient Cycle）を課している。このような規制によって通常の運転サイクル中に放出してもよい窒素酸化物の量が益々制限されてきている。

10

【0006】

NO_xを廃ガスから除去する方法は本技術分野で数多く知られている。本発明はNO_xを除去するに適した接触還元方法に向けたものである。接触還元方法は本質的に排気ガスを触媒床の上に還元ガスの存在下で通すことでNO_xを窒素に変化させることを含んで成る。通常は、車の排気処理してNO_xを減少させる方法は3種類存在する。1番目の方法は非選択的接触還元（NSCR）である。2番目の方法は選択的非接触還元（SNCR）でありそして最後の方法は選択的接触還元（SCR）である。本発明はSCRシステムに関する。

【0007】

ディーゼルエンジンでは、ディーゼルエンジンに例えばEGRを組み込むことなどで燃焼を改善することで現在の規制に合致するに十分なNO_x減少を達成してきた。突出した排出濃度は燃焼およびエンジンの改善がより厳格な濃度に合致するに充分でないような濃度である。ディーゼルの排気ガスには酸素が過剰量で存在することから、濃厚または化学量論的空気／燃料下でNO_x減少の機会を得るのは不可能である。SCRは、NO_xを酸素が豊富な排気から除去する時に有効であることが示された技術である。インフラ懸念が理由でディーゼル燃料またはディーゼル油が還元剤源として用いられるSCRシステムが数多く開発されてきた。不幸なことには、現時点では、ディーゼルエンジンの作動範囲全体に渡って十分な活性を示して有効であるHC還元用触媒はいまだ開発されていない。

20

【0008】

産業用途で長年に渡って用いられている通常の窒素酸化物還元剤はアンモニアである。エンジンの作動範囲全体に渡って有効なNO_x還元用触媒は開発されていない。尿素を自動車用途で用いることに関係したインフラ懸念ばかりでなくアンモニアのブレイクスルー（break-through）またはスリップ（slip）の潜在的な危険があるにも拘らず、より厳格なNO_x排出量に合致させる目的で、自動車用途ではアンモニアSCRシステムが好んで選択されるようになってきている。即ち、その理由は、とりわけ、アンモニアを用いると高いNO_x変換パーセントを達成することができることに加えて燃料の消費量を最小限にしながら動力出力が最大限になるように燃焼過程を最適にすることができることにある。

30

【0009】

アンモニアが基になったSCRシステムは固有の利点を有すると述べることもできるにも拘らず、今日の制御システムは過度に複雑でありそして／またはNO_x過渡排出がSCRシステムに与える影響を考慮した時にSCRシステムを制御するには有効でなかった。以下に示すように、SCR制御システムを用いて過渡的NO_x排出量を十分に少なくすることができないと、厳格なNO_x排出規制に合致しなくなってしまうであろう。

40

【0010】

初期の特許では、排出量を定常状態で制御することを考慮してアンモニアの計量注入を制御していた。例えば、G l a d d e nの米国特許第4, 403, 473号（1983年9月13日）では、いろいろな速度範囲におけるNO_x放出量を考慮して、燃料流量とNO_xの間に線状関係が存在すると結論付けた〔それより早い時期の1980年2月12日付けのG l a d d e nの米国特許第4, 188, 364号では、アンモニア触媒はアンモニ

50

アを200℃より低い温度で吸着しそして200－800℃の範囲の温度で脱離させることから、アンモニアとNO_xの間の完全な反応が達成されるようにSCRシステムをより高い温度で操作すべきであると結論付けていた」。このように、Gladdenの'473では、燃料の質量流量を感知しそして触媒コンバーターの中の気体の温度が設定範囲内であることを条件として燃料流量があるパーセントになった時にNH₃の流れを押さえている。今日では大部分の自動車でそのような基本的な制御概念、即ちアンモニアSCRシステムが用いられている。例えば、Kobayashi他の米国特許第5,116,579号(1992年5月26日)では、流入空気の湿度およびエンジンパワー、流入空気の温度、燃料消費量および排気ガス温度の中の1種以上の操作パラメーター(operating parameters)を追加的に測定することでアンモニア比制御弁(ammonia ratio control valve)の設定を行っている。アンモニアとNO_xのモル比をアンモニアスリップ(ammonia slip)が最低限になるように1未満(化学量論的量以下)に設定している。

【0011】

そのような還元剤を典型的には通常の燃料注入器の操作で用いられている様式に類似した様式で排気ガス流れの中にパルス計量注入する(pulse metered)。Brand他の米国特許第4,963,332号(1990年10月16日)では、触媒コンバーターの上流および下流のNO_xを感知しそしてその上流および下流のシグナルを用いてパルス型ドosingバルブ(pulsed dosing valve)を制御している。Lane他の米国特許第5,522,218号(1996年6月4日)では、排気ガス温度およびエンジン操作条件、例えばエンジンのrpm、トランスミッションギアおよびエンジン速度などのマップ(map s)を用いて還元剤注入器のパルス幅を制御している。

【0012】

示したように、本産業技術ではNO_x排出量を典型的にはセットポイントコントロールループ(set point control loops)、例えばPolcerの米国特許第5,047,220号(1991年9月10日)[そこでは、下流のNO_xセンサーを用いてコントロールループの中にトリムシグナル(trim signal)を発生させている]に示されている如きそれを用いて制御する目的でアンモニアをSCRシステムで長年に渡って用いてきた。本産業技術ではまたタービン、炉などによる負荷が変化するとアンモニアSCRシステムが影響を受けることも認識されている。このように、Shiraiishi他の米国特許第4,314,345号(1982年2月2日)では、排気ガスの温度を感知することを通して負荷の変動を測定している。排気ガスの温度が特定の範囲の時に負荷の変動が起こると仮定しそして異なるか或は予測したNH₃/NO_xモル比を用いて触媒の吸着/脱離特性を説明している。より複雑なモル比制御システムがWatanabeの米国特許第4,751,054号に開示されている。Watanabeはモル比を補正するシグナルを設定する目的で上流および下流のNO_xセンサーを用いるばかりでなくまた温度、流量およびNH₃検出器も用いている。Carberg他の米国特許第4,473,536号(1984年9月25日)では、タービンが発生するNO_xを予測する目的でタービンの入り口の空気流れ、排出圧力、排出温度および質量燃料流量を感知し、そのシグナルにNO_x誤差に関する補正を時間遅れ(time delayed)NO_xセンサー測定値を用いて受けさせている。Carbergは、タービンの負荷が変化するとある時間枠(time frame)内で通常のNO_xセンサーを用いて気体サンプルに入っているNO_x排出量を測定するのに必要な1分プラス(1 plus minute)よりも速くNO_x排出量が増加する可能性があり、従って予測を行っているが、その予測に実時間に関する補正を受けさせるのは不可能であることを認識している。産業用システム(industrial systems)は、大部分が、車のエンジンが突然のNO_x過渡現象(transients)をもたらすことを特徴とする高度に過渡的な条件下では機能しない。また、産業用システムが機能するのは、発生するガスのサンプルを採取してNO_x含有量を正確に測定して密封型ループコントロールでアンモニア計

10

20

30

40

50

量注入用バルブを調整すると言った環境の時である。

【0013】

自動車用途におけるNO_x排出量の制御では、アンモニア、即ち還元剤の計量注入を制御する目的でエンジンの操作パラメータを感知するシステムに加えて他のアプローチも用いられている。Fraenkle他の米国特許第5,845,487号(1998年12月8日)では排気ガスの温度を感知している。排気ガスの温度がSCRシステムが有効に働く温度範囲の外側、即ち操作温度未満になると、エンジンに燃料を注入する時期を遅らせ、それによって燃焼を変えることでNO_xを減少させている。Kibeの米国特許第5,842,341号(1998年12月1日)では、還元剤の量を決定する目的で空間速度と排気ガス温度を測定している。加うるに、触媒コンバーターの入り口および出口温度も測定して、入り口と出口の間の温度差が大きくなり始めた時点で還元剤の流量を定常状態より下げることを行っている。Kibeの好適な態様にHCとして開示されている還元剤は、Kibeに従い、発熱的HC酸化反応以外には触媒塊の加熱にも触媒床の加熱にも貢献していない。触媒の温度が操作温度範囲内に保持されるように還元剤の量を少なくしている。

10

【0014】

恐らくは尿素／アンモニアシステムを自動車用途で用いるより複雑なアプローチの1つがSchmelzの米国特許第5,833,932号(1998年11月10日)、Neufert他の米国特許第5,785,937号(1998年7月28日)、Schmelzの米国特許第5,643,536号(1997年7月1日)およびSchmelzの米国特許第5,628,186号(1997年5月13日)を包含する一連の特許の中に開示されている。これらの特許に還元用反応体が一般的な意味で考察されているが、それらは明らかに還元剤を尿素／アンモニアに限定している。そのようなシステムによれば、前記'932特許に明記されている組成を有する触媒コンバーターが単位長さ当たりを示す還元剤貯蔵能力は気体流れの方向に高くなる。それによって、前記'536特許に開示されているように、触媒の中に貯蔵されているアンモニアの量を測定する目的で計器を触媒の長さ方向に沿って位置させてもよい。触媒コンバーターの中に貯蔵されている還元剤を用いて過渡的排出量を変えることができるように触媒に還元剤を仕込んでいる。しかしながら、前記'186特許は、本発明の場合と同様に、如何なる特定の触媒にも限定されない制御システムに向けたものである。この'186特許では、この章で考察したいくつかの従来技術引用文献の場合と同様に、i) 負荷が突然に大きくなることから還元剤を少なくする必要がある(そして同様に負荷が突然に小さくなることから還元剤を多くする必要がある)こと、そしてii) 還元用触媒が還元剤を貯蔵および放出する能力はその温度の影響を受けること(この'186特許ではまた排気ガスの圧力も要求している)が認識されている。この'186特許では、触媒が還元剤を吸着または脱離する速度を気体圧力および触媒温度の変化から判断している。その後、エンジンが発生するNO_x排出量を計算しそして還元剤を触媒に計量注入する時の還元剤／NO_x排出量を化学量論的比率以下に設定している。次に、その計量注入する還元剤の速度がその測定した還元剤吸着／脱離速度に等しくなるようにそれを上方または下方に調整する。測定用基準値がエンジン始動時に健全であることを確保しかつスリップに対する防護を行う目的で触媒が明らかに「空になる(empty)」ようにバーナーを装備している。そのような吸着／脱離理論および測定能力が「健全」とであると仮定して、そのようなシステムは多種多様なセンサーが要求されかつ広範な計算を行う必要があっても健全であると仮定している。

20

30

40

【0015】

アンモニアSCR NO_x還元システムを調査した論文が前記引用文献の中に多数公開されておりかついくつかの論文にはその調査されたSCR NO_xシステムを最適にする制御方策が考察されている。J. WalkerおよびB. K. Speronelloによる表題が「Development of an Ammonia/SCR NO_x Reduction System for a Heavy Duty Natural Gas Engine」(1992年、9月)のSAE論文921673では、エンジ

50

ンの速度および負荷が定常状態の時に最適なNO_x変換率を得る目的でいろいろなエンジン速度および負荷の時にアンモニアをいろいろな量で注入した。その速度および負荷のマップを作って、それを参照用表 (look-up table) [各エンジンおよび各SCR触媒に特定の] に記憶させた後、アンモニア計量注入速度を設定する目的でそれに定期的にアクセスしている (accessed)。このようなオープンループフィードフォワード (open loop, feed forward) 技術が通常用いられており、定常状態の場合には良好な変換比がもたらされる。

【0016】

Dr. Cornelis HavenithおよびRuud P. Verbeek (本主題出願の共同発明者) による1997年2月付けの「Transient Performance of a Urea deNO_x Catalyst for Low Emissions Heavy-Duty Diesel Engines」であるSAE論文970185には、過渡排出中にアンモニアの計量注入調整を行うことが調査されている。制御装置に送られるエンジン速度および負荷センサーデータ読みを用いて定常状態の時のNO_x排出量に対する化学量論的關係においてアンモニアの量を脈動させる (pulse) パルス型尿素投入装置 (pulsed urea dosage device) が開示されている。ステッブー尿素 (step-urea)、ステッブーロード (step-load) および過渡サイクル中には化学量論的關係を弱めそして過渡またはステップまたはロードが完了した後には尿素を追加的量で注入する動的制御方策を採用した。NO_x排出量が低下したと報告されているが、前記動的制御方策、前記過渡中に追加的還元剤を添加することまたはこれらの組み合わせが理由でNO_x排出量低下が達成されたか否かは疑問視される。

【0017】

S. Lepperhoff、S. HuthwohlおよびF. Pischingerによる1992年3月の「Catalytic Reduction of NO_x in Diesel Exhaust」であるSAE論文925022が過渡システムを評価する目的でステッブーロード変化を考察した初期の論文である。この論文では、rpmが一定の時にエンジンにかかる負荷が変化した場合にはNO_x排出量が高くなり、温度が高くなりそして全排気流量が増加することを認識している。エンジン操作条件が段階的に変化することに対して示す触媒の反応をステッブーロードテストと呼んでいる。エンジンの負荷が高くなる時にアンモニアスリップが起こるが、その論文は、前記スリップと前記触媒に貯蔵されているアンモニアが相互に関係していると結論付けている。アンモニアスリップを回避するには制御プログラムまたは制御システムがエンジンのNO_x排出量、触媒の温度およびこの触媒の中に貯蔵されているアンモニアを考慮に入れる必要があるであろうと提案した。

【0018】

H. Lunders、R. Backes、G. Huthwohl、D. A. Ketcher、R. W. Horrocks、R. G. HurleyおよびR. H. Hammerleによる1995年10月の「An Urea Lean NO_x Catalyst System for Light Duty Diesel Vehicles」であるSAE論文952493では、アンモニアSCRシステムを用いてディーゼルのNO_x排出量を制御することができると結論付けている。その研究で用いられた制御方策はこの上に示したGladenおよびLaneの特許に開示されている方策に類似している、即ちマイクロプロセッサを用いてエンジンから出るNO_x排出量および触媒コンバーター温度のマップを作成すると言った方策である。エンジンの速度およびトルクを用いてエンジンから出るNO_xを推測した。次に、NO_x排出量データ (NO_x out data) と一緒に空間速度 (吸気質量流量) および触媒温度を用いて最大のNO_x減少速度を設定した。過渡的操作を定常状態から数値的にモデル化した。アンモニア貯蔵および熱慣性を変換率に影響を与える要因として注目したが、考察された制御システムには数値的モデル化以外には特殊な方策は全く用いられていない。

【0019】

H. T. Hug、A. MayerおよびA. Hartensteinによる1993年3月の「Off-Highway Exhaust Gas After-Treatment: Combining Urea-SCR, Oxidation Catalysis and Traps」であるSAE論文930363には、エンジンマップ化条件 (engine mapped condition) を基にしてアンモニアを遅れなしに化学量論的に注入することが記述されている。過渡排出に関しては触媒の間隙率が重要であると述べられている。計量用の注入ノズルが開示されている。

【0020】

Combustion Science and Technology、121巻の85-102頁(1996)に公開されたM. Koebel、M. ElsenerおよびT. Martiによる表題が「NO_x-Reduction in Diesel Exhaust Gas with Urea and Selective Catalytic Reduction」である論文には、「負荷が急激に変化する時」に実施した実験が記述されている。負荷が急激に小さくなってもアンモニアスリップは起こらないが、負荷が急激に高くなるとアンモニアスリップが起こった。この論文では、温度が低い時には触媒が吸着したアンモニアで飽和状態になり、負荷が大きくなるとNO_x排出量が有意に高くなり、負荷が高くなると触媒の温度がゆっくり高くなることを観察している。そのような急激な負荷変化が始まる時に起こるアンモニアスリップの度合は、アンモニアの脱離が起こっている時にはアンモニアが過剰量で存在していることから高いが、触媒床の大部分は非常に冷えていることからその脱離したアンモニアとNO_xの反応はNO_xの濃度が高くても有効には起こらない。この上に考察した従来技術の文献のいくつかにもそのような観察が示されている。アンモニアの添加を負荷の上昇に関係させて遅らせることが推奨されている。

【0021】

この上で考察した従来技術引用文献の一般的で総括的な要約として、ディーゼルエンジンによって動力が与えられる車が発生する排出物を制御する目的でアンモニアSCRシステムを有効用いることができること、還元用触媒は低い温度の時にアンモニアを吸着して貯蔵しそして排気ガスの温度がより高くなるとその貯蔵していたアンモニアを脱離すること、定常状態のNO_x排出量をマップ化した (mapped) エンジン速度および負荷条件から判断しそしてそのNO_x排出量に対する化学量論的關係でアンモニアを計量注入することでそれを容易に制御することができること、尿素をポンプ輸送し、尿素を反応させてアンモニアを生じさせそしてアンモニアのパルス型注入を制御することで排気ガスへのアンモニア注入を止める速度を正確に制御することができること、そして過渡排出によってNO_xの濃度が過渡的に高くなることに付随して排気ガスの温度が高くなることから温度上昇の結果として起こる脱離が原因であると考えられるアンモニア存在量の上昇を均衡させる目的でアンモニア計量注入速度を遅くする必要があることは公知である。注目すべきは、過渡排出中の計量注入速度を定常状態操作条件中に還元剤を計量注入するのと同様に迅速かつ有効に調整する能力を有する簡潔な制御システムはその考察した自動車用途のいずれにも存在しない。

【0022】

これに関して、この上に示したように、車用途における突然の過渡的排出量変化を伴わない産業方法 (industrial processes) では、セットポイント制御装置 (set-point controllers) によって制御される密封型ループにNO_xセンサーを用いることができる。車用途で要求される応答時間 (response time) を有するNO_xセンサーは商業的に全く入手不能である。従って、自動車用途用の如何なるSCR制御システムも必然的にオープンループ (open loop) である。

【0023】

(発明の要約)

10

20

30

40

50

従って、本発明の主目的は、NO_x SCR自動車排出量低下システム（NO_x SCR mobile emission reduction system）が還元剤のスリップなしに定常状態のNO_x排出量ばかりでなく過渡的NO_x排出量を減少させるように前記システムを制御する能力を有するそれ用の制御装置（control）を提供することにある。

【0024】

SCRシステムに外部の還元剤を供給することによって自動車ディーゼル用途（mobile diesel applications）で発生するNO_x排出量を減少させる方法にa）1種以上のエンジン操作パラメーター（engine operating parameters）を感知することで前記エンジンが発生する実際のNO_x排出量の指標となるNO_x排出濃度を予測し、b）前記実際のNO_x排出濃度が変化しそして前記還元用触媒の温度が設定範囲内の時には前記実際のNO_x排出濃度に時間定数（time constant）による修正を受けさせることで前記実際のNO_x排出濃度とは異なる計算されたNO_x排出濃度を生じさせ、そしてc）前記SCRシステムに入っている還元用触媒に外部の還元剤を前記還元用触媒が前記計算されたNO_x排出濃度を低くするに十分な速度で計量注入し、前記還元剤の計量注入によって過渡的NO_x排出によると考えられる前記SCRシステムに対する影響をなくす（account for）段階を含めることで、本目的に加えて本発明の他の特徴を達成する。より詳細には、NO_x定数（constant）は、NO_x排出量が増加した時には還元剤のスリップが回避されるように前記実際のNO_x排出濃度を低くしそしてNO_x排出量が低下した時には触媒が還元剤を貯蔵する能力が利用されるように前記実際のNO_x排出量を高くする働きをする。

【0025】

本発明の重要な特徴に従い、NO_x時間定数は、触媒の温度が所定の触媒がその温度で還元剤を貯蔵する能力に関係するように設定した温度範囲内の触媒温度の関数である。触媒の貯蔵能力は、一般に、前記触媒温度範囲内で触媒温度が高くなるにつれて低下し、それによって、SCRシステムで用いられている所定触媒が還元剤を貯蔵する能力を基にして還元剤をNO_x過渡期（NO_x transient）中および後に計量注入することで、還元剤のスリップが起こる可能性を最小限にする。

【0026】

所定触媒が還元剤を貯蔵する能力を所定触媒が所定触媒温度で還元剤を貯蔵するに要する相対時間（relative time）として表すことで、通常の参照用表の貯蔵時間定数－触媒温度関係を通してアクセス可能な変化する時間定数を生じさせることが本発明の目立った特徴である。この時間定数を用いることで、際限のない方法、例えば時間が変わることによって変動するNO_x排出量平均値を測定し、各時間と時間定数を現時の触媒温度に関する参照用表で相互に関係付け、それによって、数多くのパラメーターを感知して数多くの計算を実施する必要なく現時の触媒の貯蔵能力を定期的に測定して還元剤の用量を決定し、それによって還元剤の計量注入速度を設定することなどで、NO_x排出濃度が変わることによって触媒がNO_x過渡期に対して示す反応が遅れることがないようにする。

【0027】

しかしながら、過渡期NO_x排出が原因と考えられる触媒システムの遅れをなくす目的でフィルター（filter）を用いることが本発明の目立った特徴であり、ここでは、前記フィルターを用いて、実際のNO_x排出量（増加または減少）が現時の温度における触媒の還元剤貯蔵能力を超えないNO_x濃度になるように健全な反応し得る制御（responsive and robust control）でフィルターにかける（filtering）。本発明のこの特徴に従うフィルターでは、連続時間変域（continuous time domain）の中で伝達関数（transfer function）：

【0028】

【数27】

$$H(s) = \frac{1}{\tau_1 \cdot s + 1} \cdot \frac{1}{\tau_2 \cdot s + 1}$$

および

$$\tau_1 = \tau_2 = f(\text{Cat})$$

【0029】

で表される直列連結した2つの一次フィルター（first order filters）を設けることで、触媒温度の範囲が低い方の温度の時には触媒が還元剤を貯蔵する能力を用いる一方でまた還元剤が尿素水溶液の時には尿素有加水分解が向上するようにすることを怠る。実際のNO_x排出濃度をフィルターにかける時、可変NO_x時間定数、即ちτNO_xをこの上に示した参照用表から触媒温度の関数として決定する。本発明のより幅広い範囲に従い、二次フィルター（second order filter）は、触媒の温度に依存した何らかの関数に関する遅れ（lag）を導入するに有効であり、それには、これらに限定するものでないが、触媒がこの触媒の温度範囲内の特定の温度で還元剤を貯蔵する能力の単なる直線または一定近似値（constant approximations）であるそれが含まれる。

【0030】

本発明の別の目立った面に従い、本システムでは、この上に示した連続形態で表される如き二次フィルターを用いて、NO_x過渡排出によると思われる触媒床を通して動く熱前線（heat fronts）の変化の影響をなくし、それによって、触媒床の前方または後方または中央部の温度を感知することで達成されるそれよりも正確な温度である機能触媒温度（functional catalyst temperature）を得る。本発明のこの面に従い「NO_x濃度を因数に分解する制御システムへの適用に限定するものでなく、何らかの理由で触媒の温度を測定または感知する如何なる自動車システム（mobile system）にも適用可能である」、触媒時間定数τCatは、排気ガスが触媒の中を通る空間速度の関数である。

【0031】

本発明のこの目立った特徴に従い、車の排気システムにおける触媒機能温度（catalyst functional temperature）を決定する方法に、i）排気ガスの温度および触媒を通る排気ガスの空間速度を感知または計算で決定し、そしてii）触媒フィルター（catalyst filter）を用いて前記排気ガスの温度をフィルターにかけることで前記触媒機能温度を得る段階を含める。重要なことは、排気ガスの温度をフィルターにかける触媒フィルターを用いて時間定数を変化する空間速度の関数として決定することを実行し、そしてこれを、この上に挙げた如き二次フィルターによって連続時間変域の中で実行する。

【0032】

本発明のさらなる特徴に従い、本発明のNO_xフィルターおよび触媒フィルターに関する伝達関数であるH（s）は際限ない離散形態（any number of discrete forms）で車の現存マクロプロセッサの中で容易に実行され得る、と言うのは、離散形態の伝達関数を実行する通常の差分方程式のいずれも記憶集約的（memory intensive）でないからである。

【0033】

本発明の更に別の面に従い、エンジンが休止した後、機能触媒温度を構成する2つの一次フィルターを直列関係から2つの個々別々の平行な機能一次フィルター（operating first order filters）に分け、周囲温度を触媒の温度にフィルターインプット（filter input）として送り込み、その結果として、短時間のエンジン停止後／始動期間に触媒の冷却温度（cooled down temperature）

rate) を二次触媒フィルターとして用いることでエンジン再始動後に還元剤のスリップが起こらないようにする。本発明のこの面に従い、冷却時間定数 (cool down time constant) である τ_{Cool} を車の停止から経過した時間の関数または温度差を表すパラメーターとして決定する。両方のフィルターを各々が同じ情報を受け取るように平行に配列することで、車の再始動時に前記フィルターを切り替えて直列関係に戻す時に 2 番目の平行なフィルターがフリージング (freezing) もドリフティング (drifting) も起こさないようにする。

【0034】

本発明の特定の特徴に従い、外部の還元剤はアンモニアでありそして所定触媒の時間定数 τ_{NOx} を設定する時に用いる還元用触媒の貯蔵能力は a) 排気ガスが上を流れる触媒の表面積、b) 表面領域上の吸着／吸収部位の数および強度および c) 触媒ウォッシュコート (wash coat) が設定温度範囲内の所定温度で NOx を貯蔵する能力の関数であり、それによって、ある制御方法では、所定触媒の性能を最適にする目的で良く知られた還元剤を用いるばかりでなくまた規制運転サイクル NOx 排出要求に合致するように所定エンジン／車組み合わせ用の還元用触媒の大きさを最適にする方法を提供する。

10

【0035】

本発明のさらなる特徴に従い、外部の還元剤を現時の機能触媒温度 [触媒 NOx 定数 (catalyst NOx constant) で決定される如き] に関して確立した還元剤と NOx 排出量の正規化した化学量論的比率で計量注入し、それによって、本方法の必須段階の各々、即ち NOx 排出量、触媒機能温度 (catalyst functional temperature) および NSR 比率の全部を NOx 過渡排出をもたらすエンジン操作条件の結果としてもたらされる SCR システムに対する不可避的影響がなくなるように調整した (さもなければ、 SCR システムの機能が悪影響を受ける)。再び、還元剤の率を設定する時に、触媒の現時の状態を感知する必要も感知した触媒の状態を基にして広範な計算を行う必要もない。

20

【0036】

本発明の更に別の特定の包含特徴 (inclusive feature) は、内燃機関によって動力が与えられる車に適用されている SCR システムに入っている還元用触媒に外部の還元剤を計量注入する方法を提供し、この方法は、

a) 前記車およびエンジンの操作状態を感知して計算および／または測定で前記エンジンが排出する実際の NOx 排出量、前記排気ガスの温度および前記排気ガスの空間速度を示すシグナルを生じさせ、

30

b) 前記 NOx シグナルが変化した時に前記触媒の温度が設定温度範囲内の時には前記実際の NOx 排出シグナルを NOx 時間定数によるフィルターにかけて前記実際の NOx シグナルとは異なる計算された NOx シグナルを生じさせ、

c) 前記空間速度シグナルが変化した時には前記排気ガス温度シグナルを触媒時間定数によるフィルターにかけて前記排気ガス温度とは異なる機能触媒温度シグナル (functional catalyst temperature signal) を生じさせ、

d) 前記機能触媒温度シグナルおよび空間速度シグナルを因数分解 (factoring) して還元剤と NOx 排出量の正規化した化学量論的比率を示す NSR シグナルを生じさせ、そして

40

e) 前記計算された NOx シグナルを前記 NSR シグナルで因数分解して前記外部の還元剤を計量注入する装置を制御する計量注入シグナル (metering signal) を発生させることによって前記還元剤を前記還元用触媒に計量注入する、段階を包含する。

【0037】

本発明の一般的な目的は、ディーゼル動力車が発生する NOx 排出のための窒素が基になった SCR 制御システムを提供することにある。

【0038】

本発明の別の一般的な目的は、 SCR 触媒が還元剤を貯蔵する能力を利用すると同時に還

50

元剤のスリップを最小限にする自動車 I C エンジン用途用外部還元剤 S C R 制御システムを提供することにある。

【0039】

本発明の 1 つの目的は、以下に特徴を示す特性のいずれか 1 つまたは任意組み合わせを有する自動車 N O x S C R システム用制御システムを提供することにある：

- a) 定常状態の N O x 排出量ばかりでなく過渡期の N O x 排出量の低下を制御する能力、
- b) N O x 過渡排出中に起こる還元剤のスリップを防止する能力、
- c) E C U に記憶させると言った大きな記憶要求を必要としないプログラム可能ルーティーンで簡単に実行可能、
- d) 健全で安定で経時的に大きなドリフト (d r i f t) を受けない、
- e) 触媒の熱老化の影響をなくさせる能力、
- f) O B D 診断システムで簡単に実行可能、
- g) 最新のシステムで現在用いられている部品または構成要素以外の追加的部品も構成要素も必要でないことから安価、
- h) 如何なる特定の運転サイクルにも試験サイクルにも限定されない、そして
- i) 温度および／または負荷および／または N O x 排出の不定変化に敏感でないこと。

10

【0040】

関係しているが別の目立った本発明の目的は、定常状態における触媒の温度を測定する目的でどの方法論が用いられているかに拘わらず機能触媒温度 (N O x 過渡排出によると考えられる変化が起こることでもたらされた如何なる制御型のシステムで用いられている S C R 触媒でも) を決定する方法を提供することにある。

20

【0041】

関係しているが独立している本発明の更に別の目的は、如何なる排出システム (e m i s s i o n s y s t e m) に入っている如何なる触媒でもその始動温度を確かめる方法を提供することにある。

【0042】

本発明の更に別の目的は、自動車のエンジン用途の目的で商業的に受け入れられる時間応答センサー (t i m e r e s p o n s i v e s e n s o r s) が開発されたと仮定して制御システムに N O x および／または還元剤センサーが用いられる可能性があるにも拘らず N O x 過渡排出によると考えられる S C R システムへの変化の影響をなくさせる能力を有する自動車 I C エンジン S C R 用途用制御システムを提供することにある。

30

【0043】

本発明の更に別の目的は、S C R システムで用いられる如何なる設計または如何なる種類の還元用触媒であってもそれと一緒に機能し得る外部還元剤使用自動車 I C 用途用 S C R 制御システムを提供することにある。

【0044】

本発明の別の目的は、所定のエンジン／車組み合わせに適した所定の還元用触媒を最適に選択する基礎を与える外部還元剤使用自動車 I C 用途用 S C R 制御システムを提供することにある。

【0045】

本発明の更に別の目的は、エンジンが発生する N O x 過渡排出の結果として起こる特定の触媒が N O x 排出量を減少させる能力の影響がなくなるような様式で還元剤の計量注入を制御する目的で所定の S C R 触媒が還元剤を貯蔵／放出する能力および N O x 排出を決定しそして使用する外部還元剤用 S C R 制御システムを提供することにある。

40

【0046】

本発明の更に別の目的は、高い N O x 変換率を維持しながら還元剤の使用率を最小限になるように S C R システムが備わっている自動車 I C エンジンに供給される外部の還元剤を制御するシステムを提供することにある。

【0047】

本発明の別の目的は、温度の関数として決定される時間定数を有する直列連結した 2 つの

50

簡単な一次フィルターを用いてNO_x過渡排出後の触媒の遅れをエミュレートする (emulates) 外部還元剤SCRシステム用制御システムを提供することにある。

【0048】

以下に挙げる本発明の詳細な説明を本図と関連させて読んで理解した後の本分野の技術者に本発明の前記および他の目的、特徴および利点が明らかになるであろう。

【0049】

(本発明の詳細な記述)

ここで、本図を参照して、図1に、1.9リットルのターボチャージ直接噴射(TDI)ディーゼルエンジンが備わっている試験用車、即ち低荷重試験用車を用いて実施したMVEG試験を示すが、これは本発明の好適な態様を単に説明する目的で示すものであり、本発明を限定する目的で示すものでない。本発明を全体に渡ってディーゼルエンジンに適用可能であるとして記述するが、この上に示したように、本発明は、本発明のより幅広い意味で、如何なる内燃(IC)機関にも適用可能であり、例えば希薄状態で作動、即ち「希薄燃焼」エンジン燃料方策で作動するガソリン燃料型のエンジンなどにも適用可能である。

【0050】

図1では、ヨーロッパのMVEGサイクルを秒で表してx軸にプロットすることに加えて運転サイクル中に車が放出する窒素酸化物(NO_x)を左側のy軸にプロットしそしてこの車の速度をkm/時で表して右側のy軸にプロットする。参照番号10で示す低い方の線は、運転サイクルの定時部分(timed portion)に渡る車速度のプロットである。参照番号12で示す最も上方のプロットは、ディーゼル動力車が規則的運転サイクル中に発生するNO_x排出量であり、これをむしろNO_x過渡排出量の「スパイク(spikes)」で劇的に特徴づける。図1のグラフに関するいくつかの事実に基づく観察は下記の通りであると特記する：

1) 車が一定の速度で走行している時のNO_x排出量はいくらか一定である。このことは、例えば参照番号10Aで示す車速度プロット部分を観察しそしてこれを参照番号12Aで示すNO_xプロット部分の中の時間の間に発生するNO_x排出量の一般に平らな部分と比較することで分かるであろう。負荷が一定であると仮定すると、車の速度が一定の時に発生するNO_x排出量は一定、即ち「定常状態」であろう。背景で考察したように、今日用いられているNO_x制御方策は定常状態が基になっている。このように、SCRシステムで外部の還元剤を用いる場合には、この外部の還元剤を、今日の方策下では、12Aの所で発生した一定のNO_x排出量を低くするに十分な速度で計量注入することが行われている。大部分の産業方法の場合と同様に車の速度(および負荷)がかなり一定のままであるならば、高いNO_x変換効率を得ることができるであろう。図1は、自動車ICエンジン用途ではそのような制御哲学が何故うまく働き得ないかを示している。

【0051】

2) 車が加速している時(例えば参照番号10Bで表示する加速で示す如き)には、それに相当して、NO_x排出量が劇的に高くなる、即ちスパイク12Bで示すように「先が尖り」、そして通常はそのようなNO_x排出量のスパイクまたはパルスまたは上昇をNO_x過渡と呼ぶ。加速度が更に高くなればなるほど(即ち、車にかかる負荷の率が大きくなればなるほど)、NO_x過渡排出量が多くなる。図1で用いた時間目盛(time scale)は、過渡パルスまたは「スパイク」の各々を精査することを可能にするものでない。しかしながら、各過渡は前縁(leading edge)と後縁(trailing edge)を有する。前縁はエンジン内で起こる燃焼過程の不可避的結果として固有に存在し、そのピークの所は過渡排出の振幅を限定している。後縁はより緩やかな傾きを示している。図1の運転サイクルの実施では排気ガス再循環(EGR)が備わっているディーゼル動力車を用いた。マイクロプロセッサの技術が進展したことに加えて公知のコンピューターが基になった技術、例えばフィードフォワード、アーティフィシャルインテリジェンス(artificial intelligence)、アダプティブラーニング(adaptive learning)などが進展した結果として、前記過渡の

後縁を弱める (dampen) 働きをする応答がより速い EGR システムがもたらされた。しかしながら、この過渡の前縁は必ず存在するであろう。EGR 技術が恐らくは進展すると予測され、その結果として、NO_x 濃度は全体として下がる可能性はある。しかしながら、そのようなシステムは本発明の制御システムの代わりになるものでも本明細書に記述する如き制御方法の必要性をなくすものでもない。即ち、EGR システムが改良されたならばそれで本明細書に記述する制御方法を補うことで、外部の還元剤が用いられる SCR システムがエンジンの作動範囲全体に渡って完全に機能することが保証されるであろう。

【0052】

3) 車が減速、例えば参照番号 10C で表示する減速の時には、NO_x 排出量が降下しそして定常状態の時に存在する NO_x 濃度より下方に降下する [例えば、図 1 に参照番号 12C で示す相当する NO_x 排出量降下で示すように]。

10

【0053】

一般的要約として、図 1 は、NO_x 過渡排出がディーゼル動力車が規則的運転サイクル中に放出する NO_x 排出量の有意な部分を構成していることを示している。

【0054】

本詳細な説明および本請求の範囲で用いる時のおおよその定義として、

a) 「減速」は、車がエンジンに動力を伝えるエンジン操作条件を意味する。

【0055】

b) 「加速」は、エンジンシステムが変化する速度が速いことを包含し、これを単にエンジンの rpm で表される速度変化に限定するものでなく、これにはまた、i) エンジン速度の変化を伴うか否かに拘わらずエンジンの負荷が高くなることおよび ii) 全エンジン「システム」の操作パラメーター 1 種または 2 種以上が変化、例えば EGR 流れまたは組成が変化するか或はターボチャージャーが発動することなどによる変化も含まれる。

20

【0056】

c) 「NO_x 過渡」は、図 1 を参照して説明するように NO_x 排出量が一時的に高くなることを意味しそして「定義」では加速時に起こる。

【0057】

d) 「定常状態」は一定であることを意味し、これはエンジン操作パラメーターまたはエンジン「システム」が個々の時間の間に大きくは変化しない、即ち NO_x の変動が ±5% である時に存在する。

30

【0058】

e) 「SCR」は選択的接触還元を意味し、これには化学反応体による NO_x の化学還元を速めるか或は高める還元用触媒 1 種または 2 種以上が含まれる。

【0059】

f) 「外部の還元剤」は、エンジンの燃焼過程で発生する燃焼生成物ではない源から排気流れに供給される何らかの還元剤を意味する。好適な態様における外部の還元剤は窒素が基になった反応体、例えば還元用触媒に液体または気体形態で計量注入されるアンモニアなどである。しかしながら、この上に示したように、本発明の制御はまた他の還元剤、例えば燃料オイルなどを用いた時にも機能し得る。

40

【0060】

g) 「正規化した化学量論的比率」または「NSR」は、還元用触媒に注入される還元剤のモル量を NO_x に還元を完全に受けさせるに必要な還元剤の理論的モル量で割った値であるとして定義する。還元剤のスリップが起こらないように $NSR < 1$ または化学量論的以下に設定するのが通常の実施である。

【0061】

h) 「空間速度」は、標準条件 (1 気圧で 20 °C) の時の排気ガスの体積流量を触媒の体積で割った値、即ち気体の体積 [m³/時] / 触媒の体積 = -1 時^{-1} である。

【0062】

i) 「貯蔵能力」は、還元用触媒がこれの表面に還元剤および/または NO_x 排出物を所

50

定温度で吸着または貯蔵する能力である。

【0063】

ここで、図2Aを参照して、ヨーロッパの定常状態サイクル（ESC）の一部、即ち高荷重試験を示す。このサイクルは一連の一定負荷と速度の組み合わせを通して進行する。示したデータはEGRシステムが備わっていない12リットルの高荷重ディーゼルエンジンから取ったデータである。触媒システムはEngelhard Corp. から供給されたものであり、還元用、即ちdeNOx触媒と酸化用触媒を含有する。外部の還元剤である尿素を以下に記述する通常様式で加えた。エンジン制御装置（ECU）と連結した状態で制御する個別のマイクロプロセッサを用いて還元剤の制御を行った。この制御で還元剤を本明細書で「NOxフォロイング（following）」として表示する様式で計量注入したが、これは、選択したエンジン操作パラメーターおよび触媒入り口温度の定常状態のNOxマップを用いて通常技術で予測した如きエンジンが放出する実際のNOx排出量を基にして還元剤を計量注入することを意味する。従って、図2Aに示したデータは、定常状態のNOx排出量を決定する目的でエンジン操作パラメーターを感知した後に外部の還元剤を排気ガスの中にNOx排出物が還元用触媒の上を通る時にそれが還元を受けるに十分なNSR比で計量注入する通常の制御技術を用いた時に得られるいくらか典型的なデータである。

10

【0064】

図2Aに、x軸の上に秒として示すESCサイクルの定時部分に渡っていくつかのプロットまたは線を示す。最も下方に位置する線（lowest most trace）[参照番号20で示す]はy軸上にプロットした負荷またはトルクである。この試験を用いると負荷が段階的にかかり、そのような負荷には、参照番号20Aで示す相対的に高い段階的負荷（step load）に続く、一連の4つの若干変動する中間的な負荷段階（load steps）、そしてそれに続く相対的に低い負荷段階（参照番号20Bで示す）が含まれることが容易に分かるであろう。

20

【0065】

図2Aの最も上方に位置する線は、エンジンにかかる段階的負荷（線20で示す）の時に放出されるNOx排出量[ppm（parts per million）で表す]のプロットである。このプロットの排出目盛（emission scale）は1000ppmのNOxが限界であり、段階的負荷サイクル20Aの時に生じる排出量は「グラフ外（off the graph）」である。その残りの線は目盛の範囲内であり、基本的に、エンジンに負荷がかかると結果としてその負荷によると考えられるNOx排出がもたらされると言った公知の事実と相互に関係している。NOx濃度は基本的にエンジンにかかるトルクに相当することを注目されたい。

30

【0066】

図2Aの中央の線は還元用触媒の入り口の所の排気ガス温度のプロットであり、これを正方形を通る線で表しそしてこれを参照番号24で示し、そして還元用触媒の出口の所の排気ガス温度のプロットを円を通る線で表しそしてこれを参照番号25で示す。下記の2つが観察されたことを注目すべきである。1番目として、段階的負荷の変化が「有意」な時、即ち20Aおよび20Bでは、触媒の出口の温度と触媒の入り口の温度の間に大きな遅れがあり、この遅れは数百秒になり得る。他方、負荷線の中央帯部分20で示すように段階的負荷が有意には変動しない時には、触媒の出口温度は入り口温度に従う。

40

【0067】

ここで、図2Bを参照して、図2Aを参照して考察した時と同じエンジンおよび還元剤制御方策を用いて特殊に構築した段階的負荷の結果を示す。図2Bでは、一連の5つの急速にかかる段階的負荷がエンジンにかかった後に参照番号27で示す最も低い線で示す如き「負荷なし」期間が存在する。その5つの急速にかかる段階的負荷は運転者が車のトランスミッションをいろいろなギア範囲でシフトする時にかかるエンジン負荷の指標であると考えることができる。予測されるように、図2Bの最も上方の線（参照番号28で表示）は、負荷線27が急速に変化することに相応してNOx排出量の増減が起こることを示し

50

ている。

【0068】

図2Aの場合と同様に、図2Bの中央部分は還元用触媒の入り口の所の排気ガス温度のプロットを示しており、これは正方形を通るプロットでありそしてこれを参照番号29で表示し、そして還元用触媒の出口の所の排気ガス温度のプロットは円を通るプロットでありそしてこれを参照番号30で表示する。触媒の入り口の温度のプロット29は、明らかに、過渡的NO_x排出中に排気ガスの温度が急速に高くなることを示している。温度プロット30は、出口の所の排気ガス温度が入り口の温度に「追いつく」前に遅延または遅れが周期的に存在することを示している。図2Bは、エンジンの運転条件が変化すると結果としてエンジン運転条件の変化に続いて触媒の入り口温度およびNO_xの濃度が上昇および降下することを示している。しかしながら、還元用触媒の全体がNO_x過渡排出によって引き起こされる排気ガス温度変化による影響を受ける前に周期的な時間的遅れが存在する。このことを図2Aに示したESC段階的負荷試験で識別するのは明らかに困難でありかつ図1に示した如き運転サイクルで識別するのは更により困難である。しかしながら、図2Bの特殊に構築した試験で示されたそのような関係が本発明の基礎の一部を構成している。

10

【0069】

より詳細には、還元用触媒、好適には反応体である窒素と反応するように調合された還元用触媒は、還元剤および熱を貯蔵および放出する能力を有する。NO_x排出は、あらゆる意図および目的で、瞬時に発生しそして排気ガスの速度で前記システムの中を通る。この触媒が還元剤を十分に貯蔵したならば、過渡的NO_x排出物は還元剤と反応して還元を受けるであろう。過渡的NO_xが触媒床を通り抜ける時間定数は温度パルス (temperature pulse) が触媒床を通り抜ける時の時間定数よりもずっと小さい (即ちガスの速度)。還元用触媒の温度が高くなるにつれてこれが還元剤およびNO_xを貯蔵する能力が低下する。通常の制御システムは生じる現時のNO_x排出量を基準にして還元剤を計量注入するシステムである。図2Bは、明らかに、所定のNO_x過渡が起こるのは還元用触媒の温度が先行するNO_x過渡の後影響を受けている間であり得そしてそれは前記触媒が還元剤を現時のNO_x過渡に求められる割合で貯蔵することができないような温度の範囲内である可能性があるばかりでなく可能性が大きいことを示している。不可避免的に起こる結果は還元剤のスリップである。本発明は、以下に詳細に説明するように、エンジンが現時に生じるNO_x排出物に関して触媒が所定時に還元剤およびNO_x排出物を貯蔵および放出する能力の影響をなくすことによって、前記問題を取り扱うものである。

20

30

【0070】

ここで、図3を参照して、自動車の内燃機関32に取り付けられていて外部の還元剤が供給されるSCRシステムを含んで成る構成要素を図式的に示す。吸気弁33は、エンジンの燃焼室34に吸気多岐管36から入る空気を制御する弁である。排気弁37は、生じた排気ガスが排気多岐管38 (これは排気パイプ39につながっている) から出るのを制御する弁である。排気パイプは直動式触媒40に連結しており、この触媒の後に還元用、即ちde-NO_x触媒42が位置し、その後に酸化用触媒43が位置する。

【0071】

40、42、43で示す触媒は全部通常の触媒である。還元用触媒42は本システムがうまく働くに必要な要素ではあるが、本質的に本発明の一部ではない。即ち、本発明の方法およびシステムには、機能するように特別に調合された触媒は必要でない。還元用触媒42は一般にゼオライトを含んで成るか或はチタン、バナジウム、タングステンおよび/またはモリブデンの酸化物の混合物を含んで成り、1種以上の還元用触媒を用いてもよい、或はいろいろな触媒床配合を1つの還元用触媒で用いることも可能である。Byrneの米国特許第4,961,917号 (適切な還元用触媒の説明に関して引用することによって本明細書に組み入れられる) を参考にすることができる。酸化用触媒は一般に支持体、例えばアルミナなどと貴金属、例えば白金などを含んで成る。一般に公知のように、酸化用触媒43を取り付ける理由は、とりわけ、還元用触媒42を出た後にいくらか過剰に

40

50

存在する未反応のアンモニアに酸素による酸化を受けさせて窒素と水にすることにある。過剰分のアンモニアに好ましい段階的酸化を受けさせる金属が助触媒として入っている段階的ゼオライト触媒に関しては、Sperone l l o他の米国特許第5, 624, 981号および5, 516, 497号（引用することによって本明細書に組み入れら）を参考にすることができる。直動式触媒40は冷機始動中の排出量を低下させるように設計された触媒であり、冷機始動エンジン用途で用いるに適した触媒の説明に関してはSungの米国特許第5, 948, 723号（引用することによって本明細書に組み入れら）を参考にすることができる。

【0072】

燃料注入器45は、燃料が燃焼室34にパルス計量注入される時に燃料用タンク46から加圧された燃料を受け取る。燃料要求指令、即ちアクセルのペダル（参照番号48で図式的示す）によって燃料供給を制御し、従って車の速度／負荷を制御する。

10

【0073】

図3の態様では、車に乗せる尿素／水溶液を尿素水溶液貯蔵槽50に貯蔵しておいて、これをポンプ51（フィルターと圧力調節装置が含まれている）で尿素注入器54にポンプ輸送する。尿素注入器54はライン55によって加圧調節された空気を受け取る混合室であり、前記空気は尿素注入器54を制御する弁によって律動的に送られる。尿素／水／空気の溶液は噴霧される結果として、ノズル56を通して還元用触媒42の上流に位置する排気パイプ39の中にパルス注入される。

【0074】

20

本発明を図3に示した尿素水溶液計量注入配置に限定するものでない。気体状の窒素が基になった反応体が用いられることも考えられる。例えば、尿素もしくはシアヌール酸噴射注入器は固体状尿素ペレット（昇華の温度範囲は約300から400℃）を気化させることでその固体状還元剤を気化させて排気ガスによって加熱された室の中に計量注入する能力を有する。シアヌール酸は気化してイソシアン酸（HNCO）になる一方で尿素は気化してアンモニアとHNCOになる。いずれかの還元剤を用いる時にも前記室の中に加水分解用触媒を入れておいてもよく、そして前記室の中に計量注入される排気ガスのスリップ流れ（slip stream）[この排気ガスは水蒸気を十分に含有している]によってHNCOが加水分解（約150から350℃の温度で）を受けてアンモニアが生じる。

【0075】

30

尿素およびシアヌール酸に加えて、本発明の制御システムで特に用いるに適した窒素が基になった他の還元用反応体または還元剤には、アメリド（amellide）、アメリン（amelline）、シアン酸アンモニウム、ピウレット、イソシアン酸、メラミン、トリシアノ尿素およびこれらの際限のない混合物が含まれる。しかしながら、より幅広い意味で、本発明を窒素が基になった還元剤に限定するものでなく、HCを含有する如何なる還元剤も包含し得、例えば蒸留燃料（distillate fuels）なども包含し、それにはアルコール類、エーテル、有機ニトロ化合物など（例えばメタノール、エタノール、ジエチルエーテルなど）、そしていろいろなアミンおよびこれらの塩（特にこれらの炭酸塩）が含まれ、それにはグアニジン、メチルアミンの炭酸塩、ヘキサメチルアミンなどが含まれる。

40

【0076】

エンジン32の運転はECU（エンジン制御装置）60の制御下にある。ECU60は、通常のCPUに加えてRAM、非揮発性RAM、ROM、エンジンマップ作成用参照表などが入っているマイクロプロセッサが基になった制御システムである。ECU60はインプットセンサーシグナルの情報を受け取り、プログラムされたルーティーンでその情報を処理しそしてアクチュエーターアウトプットシグナルを発生する。本発明のSCRシステムを制御する目的で専用のプロセッサを取り付けることも可能ではあるが、本発明の特別な特徴は、本制御システムは現存のセンサーおよびエンジン32の運転を制御する目的で現在用いられているECUを用いることでも機能し得る点にある。

【0077】

50

現在の制御システムで用いられていてECU60で現在処理されている通常のセンサーインプットシグナルには、速度／負荷ピックアップ61（即ち、エンジンのトランスミッションで用いられている如き速度センサーおよびトルクセンサー）からの速度／負荷シグナル、アクセルのペダル48から来る燃料要求シグナル、温度センサー62から来る吸気温度シグナル（場合により追加的に湿度）、圧力もしくは空気流量センサー64から来る空気質量流量、および場合により、温度センサー65が車に装備されている時にはそれから来る排気ガス温度シグナルが含まれる〔別法として、示していない他のセンサー、例えば周囲温度、冷媒温度、燃料供給シグナルなどによってECU60が排気ガス温度をモデル化することもあり得る。引用することによって本明細書に組み入れた'064特許を参照のこと〕。追加的センサーを取り付ける必要がある場合、そのようなセンサーは、還元用触媒42の中央床（mid-bed）の定常状態温度を計算するための触媒入り口排気ガスセンサー67または別法として触媒入り口排気ガスセンサー67と触媒出口排気ガスセンサー68の形態を取るであろう。示したように、ECU60はセンサーのインプットシグナルを読み取り、プログラムされたルーティーンを実施するが、そのようなルーティーンは、典型的に、マップされたデータ（mapped data）にアクセスするように参照用表を参照しそしてアウトプットまたはアクチュエーターシグナル、例えば破線69で示す燃料注入器アクチュエーターシグナルなどを発することを伴う。本発明の制御システムに関する限り、ECU60は破線70で示す計量注入シグナルを発して尿素注入器54に送る。

【0078】

ここで、図4を参照して、本制御システムの流れ図を示し、この流れ図は、エンジン操作パラメーターを読み取ってエンジンが発生するNOxの排出濃度をエンジンアウトNOxブロック（engine out NOx block）75の所で決定し、還元剤とNOx排出量の正規化した化学量論的比率をNSRブロック76の所で設定し、このNSRとエンジンから出るNOx排出量を基にして還元剤の率を還元剤計算ブロック（reductant calc. block）77の所で設定しそして還元剤計算ブロック77を基にして噴霧尿素／水混合物を限定されたパルスで計量注入する指示を尿素注入器54に注入ブロック78の所で与える意味で通常である。

【0079】

特に、エンジンアウトNOxブロック75は速度シグナル80およびトルクシグナル81を速度／負荷センサー61から所定時間の時に受け取りそしてECU60の中の参照用表に記憶されているマップにアクセスすることで、その時間の時にエンジン34が放出する実際のNOx排出量を予測する。いくつかのトルク／速度マップに関してSAE論文921673（引用することによって本明細書に組み入れられる）を参考にすることができる。いくつかの従来技術はNOx過渡排出量をマップ化（mapping）することを提案しているが、過渡が突然であることに加えて衰弱（decay）が多様でありそしてこのことに加えて更に過渡が重なるか或は化合物が過渡期にあることが組み合わさってマップ化は実行不能であるか或はマップ化があまりにも広範に渡ることによってECU60のメモリーを有意に大きくする必要があるであろうと考えている。

【0080】

従来技術の範囲内で、NSR比をNSRブロック76の所で単に還元剤のスリップまたはブレイクスルーが最小限になるようないくらか固定した化学量論的比率以下の比率に設定した。他の研究者は、触媒温度がより高い時に競合して起こる酸化反応（他の理由の中でも）を用いてNSR比を調整することで現時の触媒温度における化学量論的比率以下のNSRに影響を与えることを思い出すであろう。更に他の研究者は、追加的に、滞留時間、即ち還元剤と触媒が接触時間（即ち空間速度）は還元剤が拡散してNOxと反応するのに充分でなければならないことを思い出すであろうが、システムのデザインまたはシステムの操作は滞留時間が制限要因にならないようなデザインまたは操作にすべきであると述べるであろう。そのような従来技術のシステムでは、NOxの濃度を決定し（定常状態のエンジンのマップから予測したオープンループ）そしてそのNOx濃度になるように適用した（

applied) (即ち掛けた) NSR (示した様式で確立) で決定される速度で還元剤を計量注入する。

【0081】

本発明は、NO_xの濃度を決定しそしてNSR値をNO_x濃度に適用して還元剤を還元触媒42の上流で計量注入する速度を決定するアプローチに一般に類似したアプローチに従う。しかしながら、記憶させた参照用表を用いてNSRに外挿を受けさせ(extrapolated)、それによって、設定した還元剤範囲より多い還元剤スリップをもたらさないNSR値を設定する、即ち5ppmのアンモニアまたは3ppmのアンモニアに設定する。実際のスリップ濃度を予測規定標準またはそれ以下に設定する。ECU60がアクセスする参照用表に記憶させて本発明で用いるNSRマップの例を図5に含める。図5では、触媒温度をz軸にプロットしそしてこれに還元用触媒42がNO_x排出物に還元を受けさせ得る温度範囲、典型的には200-400℃、一般に150-600℃の温度範囲を包含させる。空間速度をx軸にプロットし、典型的には5から60,000時⁻¹のどこかにプロットし、そしてNSR比をy軸にプロットするが、これを1より若干高い値からゼロの値でプロットする(生じる還元剤スリップが限定した範囲内になるように)。空間速度および触媒の温度が変動すると結果としてNSRが大きく変動することを注目されたい。

【0082】

説明として、1994年10月に発行されたJournal of Air & Waste Management Associationの1188-1194頁のB. Gullett、P. Groff、M. Linda LinおよびJ. M. Chen著の論文「NO_x Removal with Combined Selective Catalytic Reduction and Selective Noncatalytic Reduction: Pilot-Scale Test Results」(Pilot-Test Article)(引用することによって本明細書に組み入れられかつ本明細書の一部を構成する)を参考にすることができる。このPilot-Test Articleの著者は、それより早い時期に、1993 Joint EPA/EPRI Symposium on Stationary Combustion NO_x Control(Bal Harbour、フロリダ州)において表題が「Pilot-Scale Testing of NO_x Removal with Combined Selective Catalytic Reduction and Selective Non-Catalytic Reduction」(「Paper」)(これもまた引用することによって本明細書に組み入れられかつ本明細書の一部を構成する)の論文を提出していた。PaperおよびPilot-Test Articleの両方ともハイブリッドSNCR/SCRシステムを用いた産業用NO_x減少システムを考察しているが、それにも拘らず、本発明で利用しかつ拡張させたSCRシステムに関していくつかの結論を引き出した。Pilot-Test Articleでは、空間速度が制御因子であることは認識されてはいるが、アンモニアとNO_xの化学量論的比率を1以下に設定した時にはSCR触媒の性能が空間速度の影響を受けないと決定した。Paperでは高い空間速度(自動車用途で達成され得る速度を包含)が考察されているが、その化学量論的比率は高い空間速度の影響を大きく受けないと結論付けた。Pilot-Test Articleでは、また、SNCRシステムには最適な温度範囲が存在することも認識されていた。しかしながら、この論文は、アンモニアのスリップはアンモニア/NO_xの化学量論的比率を基に決定可能でありそしてNO_xの量から独立していると結論付けた、即ちPilot-Test Articleの図7。それ以降、そのような結論は本発明が関係する自動車のSCR用途でも立証された。しかしながら、所定のNSRを1以下にした場合にはアンモニアのスリップは空間速度の影響を受けるばかりでなく温度の影響も受ける(設定した温度の範囲内で)ことを確認した。重要なことに、NSRと空間速度と触媒温度の間に関係が存在していてそれによって設定した濃度の還元剤スリップがもたらされるであろうことを確認した。従って、如何なる実用的スリップ濃度に

関しても空間速度と触媒温度とNSRをモデル化することで所定の感知（またはモデル化またはコンピューターで計算された）触媒温度および空間速度の時のNSR値を確立することができ、それによって、計量注入すべき還元剤の速度を生じる還元剤スリップが設定した量を越えないように確立することができる。実際に数学モデルを作り出すことができたが、所定の還元剤用触媒が示すNSR値を実験的に測定してそして図5に示すようにマップにした。実質的に化学量論的量以下の範囲のNSR値を確立すると、空間速度および触媒温度の関数として設定される還元剤スリップ濃度は設定した範囲内の濃度のみであると考えており、これは、他の自動車SCR制御システムで用いられているそれとは異なり、本発明の一部を構成するものである。本明細書に開示した発明はNSRを設定する通常の従来技術システムのいずれを用いても機能するであろうことは理解されるであろう。図5に関してNSR値を確立する方法を用いると向上した結果を得ることができる。更にその上、空間速度と触媒温度とNSRをそのような範囲でモデル化してNSRを設定したスリップ範囲で決定するならば、還元剤の計量注入を確立する時に定常状態に頼っている通常の如何なるSCR制御システムにも還元を受けさせるべきNOx排出物の濃度を確立する他の如何なるシステムにも改良を受けさせることができる。

10

【0083】

今まで記述したように、本方法を用いると、単に定常状態のエンジン運転条件ばかりでなく益々厳しくなるNOx規制も満足させるに充分なほど非常に高いNOx変換効率をもたらされる。

【0084】

20

図2Aおよび2Bを参照してこの上に考察したことが理由で、NOx過渡後の影響は比較的長いいろいろな時間が経過するまでは感じられない。触媒床の能力は触媒床の温度の中央値を用いて限定されるが、温度の中央値を感知することができる床の正確な位置は触媒が過渡排出の影響を受けることから変化する。過渡波前線（transient wave front）は還元用触媒の上流温度および下流温度を同時に感知しそして床の中央の温度を与えるいくつかの式（例えば温度を合計して2で割る）を適用したとしても前記床を通して動くことから、床の温度の中央値の指標となる瞬時の温度はもたらされないであろう。還元用触媒の温度に関する考慮とは別に、通常の定常状態のシステムでは加速時に還元剤のスリップが引き起こされることが一般に知られている。それは、結果として、過渡期には相当して還元剤を多い量で必要とする一方で触媒が貯蔵した還元剤である程度または完全に充填されておりかつ触媒床の温度の方が入り口の温度よりも実質的に低いことから結果として不可避免的にスリップが起こることによる。過渡期の後にはエンジンのNOx排出量が降下しそして定常状態のシステムは還元剤の量を少なくすることを要求する。しかしながら、過渡状態は既に還元用触媒を通過しておりそして貯蔵されていた還元剤は使用されている結果として還元用触媒は還元剤を貯蔵する準備が出来ているが、そのシステムは還元剤の量を最小限にすることを要求する。

30

【0085】

本発明では、NOx過渡後の影響をなくす目的で遅れを制御システムに導入するが、それでも定常状態の制御は可能なままである。エンジンアウトNOxブロック75の中で決定された実際の排出量に遅れをNOxフィルターブロック90によって導入しそして触媒温度シグナル91（例えば温度センサー65もしくは67または67と68によって感知されるか或はエンジン操作パラメーターによってモデル化される）に遅れを触媒フィルターブロック92によって導入する。各フィルターブロック90、92は、これのインプットシグナルを、このフィルターで用いる時間定数に相当する遅れまたは遅延期間に渡って減少する様式で変える。本発明のより幅広い範囲に従い、NOxフィルターでは、シグナルをいくらかでも小さくする遅れの方が遅れがないよりも良好であることを基礎にして、不変または任意の時間定数を利用することができる。しかしながら、説明するように、本発明の特に重要な特徴は、触媒が所定温度でNOx排出量を減少させる能力と相互に関係して変わる時間定数をNOxフィルターに用いる点にある。

40

【0086】

50

NO_xを計算するフィルター90は二次フィルターであり、これは、SCRシステムが低温でNH₃を貯蔵する能力を用いそして同様に尿素の加水分解が向上するように設計したものである。この二次フィルターの時間定数に、以下に更に説明するように、触媒が所定温度の時に還元剤を貯蔵する能力と相互に関係した参照用表を用いた外挿を受けさせる。

【0087】

この二次NO_xフィルターの背後にある理論は下記の通りである。下記の2つの考慮が重要である：a) 触媒が貯蔵するNH₃の量は触媒の温度が低くなるにつれて増加しそしてb) 加水分解反応（尿素溶液→NH₃分子）は空間速度が遅くなると向上する。

【0088】

例えば、段階的負荷サイクル中の実際（エンジンアウトNO_xブロック75）のNO_xシグナルおよびフィルターにかけられた（NO_xフィルターブロック90）NO_xシグナルを考慮すると、フィルターにかけられたNO_xシグナルの方が滑らかである。それによってまた注入プロファイル（injection profile）も滑らかになる。エンジンの負荷を取り除くと、そのフィルターにかけられたシグナルが落下する速度の方が実際のNO_xが落下する速度よりも遅い。それと同時に空間速度も遅く、従って、NSR参照用表から読み取られるNSR値は高いであろう。それによって、追加的尿素が「加水分解が起こり安い」条件下で注入される機会が与えられる。その追加的尿素の量は触媒の貯蔵能力によって制限され、その能力は逆に触媒の温度および排気ガスの空間速度と相互に関係している。従って、そのような相互関係に依存するフィルターを導入する。

【0089】

このフィルターは直列連結した2つの一次フィルターを含んで成り、両方の時間定数は、所定触媒機能温度（any given catalyst functional temperature）における触媒能力の関数である。言い換えれば、時間定数は互いに等しくかつ可変である。この値を、機能触媒温度がインプットとして入る参照用表から得、そしてそれを用いて、その温度で還元剤を貯蔵する能力に関係した時間定数をアウトプットとして確立する。このフィルター（直列連結している2つの一次フィルター）は連続時間変域の中で方程式1：

方程式1：

【0090】

【数28】

$$H_{NOx}(s) = \frac{NOx_{Fil}}{NOx_{EngOut}} = \frac{1}{\tau_{NOx1} \cdot s + 1} \cdot \frac{1}{\tau_{NOx2} \cdot s + 1}$$

および

$$\tau_{NOx1} = \tau_{NOx2} = f(Cat)$$

【0091】

[式中、

NO_{x EngOut} = エンジンから出る予測NO_x（マップ、ブロック75による）、NO_{x Fil} = フィルターにかけたNO_x、

τ_{NOx1}、τ_{NOx2} = 時間定数 — 触媒が還元剤およびNO_xを貯蔵する能力と相互に関係した触媒温度の関数、

s = 微分演算子（連続変域）

注：

「H_{NOx}（s）」は、伝達関数、即ち「H」の一般的表示である]

として示される伝達関数[アウトプット可変NO_{x Fil}の変形（NO_xフィルターブロック90）とインプット可変NO_{x EngOut}の変形（エンジンアウトNO_xブロック75）の比率]で描写可能である。下付き文字「NO_x」はプロセス（process）を示しておりそして「（s）」はこれが連続プロセスであることを指摘している。形態「s」は、

インプットに対する補正を行うのは変化が起こっている、即ち過渡状態中のみであることを意味する積分用語として認識されるべきである。

【0092】

しかしながら、この方程式を制御装置の中で実行し、このことは、前記式を離散形態、即ち差分方程式の状態に入れておくことを意味する。離散形態の1番目の一次フィルターは方程式2：

方程式2

【0093】

【数29】

$$NOx_{Filt1}(n) = \frac{NOx_{EngOut}(n) - NOx_{Filt1}(n-1)}{\tau_{NOx1}} + NOx_{Filt1}(n-1)$$

10

【0094】

で描写可能である。しかしながら、2つの一次フィルターを直列で置いたことから、実際のフィルターにかけられたNOx値は2番目の一次フィルターの結果であり、その離散式 (discreet formula) は差分方程式3：

方程式3

【0095】

【数30】

$$NOx_{Filt2}(n) = \frac{NOx_{Filt1}(n) - NOx_{Filt2}(n-1)}{\tau_{NOx2}} + NOx_{Filt2}(n-1)$$

20

および

$$\tau_{NOx1} = \tau_{NOx2} = f(Cat)$$

【0096】

[式中、

NOx_{EngOut} = エンジンから出る予測NOx (ブロック75)、

NOx_{Filt1} = 1番目のフィルターにかけられた後のNOx値、即ち中間値、

NOx_{Filt2} = 2番目のフィルターにかけられた後のNOx値、即ちフィルターにかけられた最終NOx値、

τ_{NOx1} 、 τ_{NOx2} = 時間定数、即ち予測温度の時の触媒の能力の関数、

注：

下付き文字「Filt1」および「Filt2」は1番目または2番目の一次フィルターの値を示している]

で描写可能である。下付き文字「n」は現時サンプルの値を示している。下付き文字「(n-1)」は、先行するサンプルの値を示している。方程式3に示したインプットの代わりに方程式2のアウトプットを用いる。サンプルnを採取する時間的間隔は随意設定可能であるか或はプロセッサの速度の関数である、と言うのは、それはプログラムされたルーティーンによってループを完成させるからである。好適な態様では、演算を実施する時間的間隔をECU60の操作速度に近い間隔に設定する。

40

【0097】

さらなる説明として、方程式2に相当する1番目の一次フィルター90Aと方程式3に相当する2番目の一次フィルター90Bを含んで成る離散形態のNOxフィルターブロック90を示す図6を参照することができる。1番目の一次フィルター90Aへのインプットは、エンジンアウトNOxブロック75および線84で τ_{NOx} として示す時間定数から得られるアウトプットである。1番目の一次フィルター90Aからのアウトプットを線85でインプットとして送ると同様に時間定数 τ_{NOx} を2番目の一次フィルター90Bに

50

送る。

【0098】

本分野の技術者は、本発明はこれの離散形態において方程式2および／または3に限定されるものでなく、際限のない通常の一次フィルタを包含し得ることを理解するであろう。方程式2および／または3で定義した種類の一次フィルタを図式形態で示す図7Aを参照することができる。NO_xフィルタ90に関係した説明として、1番目の計算ブロック82の中に入る「x」で示すインプットは τ NO_x、 τ およびエンジンアウトNO_xブロック75から来る実際の排出量(μ_1)である。フィードバックは μ_2 である。サンプルの番号から時間(即ち秒)への変換係数を積分ブロック83で実施する。同じ用語および参照番号を用いた代替の離散的な一次フィルタを示す図7Bを参照することができる。10
両方の一次フィルタの機能を図7Cに一般的に示し、この図では、インプットを87で表示する線で表し、これは一般に段階的負荷の指標である。図7Aに示した一次フィルタのアウトプットを参照番号7Aで示しそして図7Bに示した一次フィルタのアウトプットを参照番号7Bで示す。

【0099】

ここで、本発明のより幅広い範囲内に入るいろいろなフィルタ概念を示すインプット／アウトプットグラフである図8を参照することができる。考察をNO_xフィルタ90に限定して(触媒フィルタ92にも適用可能であるが)、段階的負荷(図2を参照して考察した)を示すインプットを参照番号93で表す直線で示す。y軸をNO_x濃度として見ることができ、そしてx軸の時間、即ちそのようにインプット93は、エンジンアウトブ20
ロック75の所で参照マップから予測される如きエンジンが発生する実際のNO_x濃度である。再び、NO_xフィルタブロック90は、本発明のより幅広い面に従い、いろいろな形態を取り得る。この上で考察したように移動平均(moving average)が基になったフィルタを破線94で示し、これは明らかに遅れ期間に渡る予測される実際の排出濃度の変化を示しており、その変化はフィルタ遅延期間(filter delay period)に渡って小さくなる。例えば図7Aおよび7Bに示した一次フィルタのみを正方形を通るアウトプット曲線で示し、これを参照番号95で表示する。好適な二次フィルタを円を通るアウトプット曲線で示し、これを参照番号96で表示する。以下に説明するように、あらゆるフィルタのNO_x時間定数を参照用表で決定し、それによって、所定触媒のいろいろな温度に関してこの触媒が還元剤およびNO_x排出物を30
この触媒の能力の関数として貯蔵する時の時間応答(time response)の指標となる時間定数を確立する。

【0100】

図8から分かるであろうように、負荷の上昇および負荷の低下が遅れる。過渡開始時に還元剤の添加を遅らせると還元剤スリップの起こり易さが低下する。NO_x排出量低下の認識を遅らせると結果として還元剤の量が多くなるが、ある状態、即ち排気速度が遅くかつ温度が低い時には、加水分解反応が完全に進行する可能性がより高くなりかつ還元用触媒の貯蔵能力が高まる。

【0101】

更に図4を参照して、NO_x過渡排出に関連して起こる触媒の温度変化の影響をなくす(account for the changing temperature)目的で還元用触媒42の温度の測定にフィルタを適用する。インプット98の排気ガス速度、例えば空気質量流量または圧力センサー64で測定する如き排気ガス速度を空間速度ブロッ40
ク99の所で現時の空間速度に変換する。示す如き空間速度アウトプットを、図5に係らせてこの上で考察したように、マップに従ってNSR計算ブロック76に送る。しかしながら、また、触媒の温度をフィルタにかける目的でも空間速度を用いる。

【0102】

概念的には、測定排気ガスの移動平均(running average)(これは概念的に触媒の後方または前方のいずれかであり得る)を用いて触媒温度の予測を行うことができる。この場合、平均触媒温度を測定する目的で採取する温度サンプルの数は空間速度50

の値に依存するであろう。この概念の背後にある理由は、段階的負荷が高くなるか或は低くなるにつれてそれぞれ熱もしくは冷前線が触媒を貫いて動くことにあった。この前線が触媒の中を進行する速度は空間速度に依存する。

【0103】

本発明のより幅広い概念に従い、触媒の中央床の温度の移動平均を用いることができる（それに加えて、計算されたNOx排出量の移動平均も使用可能であるが、サンプルの数は中央床の現時温度における触媒の貯蔵能力に依存する）が、本発明の特定の面は、二次フィルターを用いて触媒の温度を予測することができる点にある、と言うのは、とりわけ、変わる時間積分（*varing time integral*）〔これの持続期間は有意に長い可能性がある〕に渡る移動平均を決定する時に二次フィルターの方が数学的技術よりも実行がずっと容易であるからである。再び、その実行に可変時間定数を伴う直列連結した2つの一次フィルターを含める。時間定数は触媒の中を通る空間速度の関数である。このフィルターは、伝達関数の形態において、方程式4：

方程式4

【0104】

【数31】

$$H_{T_{Cat}}(s) = \frac{T_{Cat_{Filt}}}{T_{Exhaust}} = \frac{1}{\tau_{Cat1} \cdot s + 1} \cdot \frac{1}{\tau_{Cat2} \cdot s + 1}$$

および

$$\tau_{Cat1} = \tau_{Cat2} = f(SV)$$

【0105】

〔式中、

$T_{Cat_{Filt}}$ = 予測触媒温度、

$T_{Exhaust}$ = 触媒の上流の測定排気ガス温度、

τ_{cat1} 、 τ_{cat2} = 空間速度の関数である時間定数、

s = 微分演算子（連続変域）

注：

「 $H_{T_{Cat}}(s)$ 」は、伝達関数、即ち「 H 」の一般的表示である〕

で定義可能である。下付き文字「 T_{Cat} 」はプロセスを示しておりそして「 (s) 」はこれが連続プロセスであることを指摘している。再び、形態「 s 」は、インプットに対する補正を行うのは変化が起こっている、即ち過渡状態中のみであることを意味する積分用語として認識されるべきである。

【0106】

再び、この方程式を制御装置の中で実行し、このことは、前記式を離散形態の状態に入れておくことを意味する。離散形態の1番目の一次フィルターは方程式5：

方程式5

【0107】

【数32】

$$T_{Cat_{Filt}}(n) = \frac{T_{Exhaust}(n) - T_{Cat_{Filt}}(n-1)}{\tau_{Cat1}} + T_{Cat_{Filt}}(n-1)$$

【0108】

で定義可能である。

【0109】

しかしながら、2つの一次フィルターを直列に置いて二次フィルターを作り出したことか

ら、実際のフィルターにかけられた触媒温度は、離散もしくは差分方程式 6 :
方程式 6

【0 1 1 0】

【数 3 3】

$$TCat_{Filt2}(n) = \frac{TCat_{Filt1}(n) - TCat_{Filt2}(n-1)}{\tau_{Cat2}} + TCat_{Filt2}(n-1)$$

および

$$\tau_{Cat1} = \tau_{Cat2} = f(SV)$$

10

【0 1 1 1】

[式中、

TE x h a u s t = 触媒の上流の測定排気温度、

TC a t_{Filt1} = 1 番目のフィルターにかけられた後の触媒温度、即ち中間温度、

TC a t_{Filt2} = 予測触媒温度、即ち最終フィルターにかけられた温度、

τ_{Cat1} 、 τ_{Cat2} = 空間速度の関数である時間定数]

で示されるように、2 番目の一次フィルターの結果である。

【0 1 1 2】

注：

20

下付き文字「F i l t 1」および「F i l t 2」は 1 番目または 2 番目の一次フィルターの値を示している。下付き文字「n」は現時サンプルの値を示している。下付き文字「(n-1)」は、先行するサンプルの値を示している。

【0 1 1 3】

触媒に関する時間定数、即ち τ_{CAT} は一様に変化（直線）し、これを図 4 に示すグラフで図式的に示し、これを参照番号 97 で表示し、これを一般的には下記のように方程式 7 に従って決定する：

方程式 7

【0 1 1 4】

【数 3 4】

30

$$\tau_{CAT} = \frac{M_{CAT} \cdot C_{pCAT}}{SV \cdot P_{GAS} \cdot C_{pGAS} \cdot V_{CAT}}$$

【0 1 1 5】

式中、

M は、前記触媒の質量であり、

V は、前記触媒の体積であり、

C_{pCAT} は、前記触媒の熱容量であり、

P_{GAS} は、排気ガスの密度であり、

40

C_{pGAS} は、前記排気ガスの熱容量であり、そして

SV は、排気ガスの空間速度である。

【0 1 1 6】

方程式 6 および 7 は、還元用触媒の温度を実時間で測定することで NOx 過渡排出によると考えられる温度変化の影響をなくす方法を与えるものである。

【0 1 1 7】

空間速度時間定数、即ち τ_{CAT} を用いたフィルターによって触媒温度を測定することが本発明の必要な要素ではあるが、これを他の排出制御システムまたは他の排出関連関数で用いることも可能である。熱電対を用いて温度を直接測定することは可能であるが、車の環境の中で熱電対が示す寿命は限られている。より重要なことに、NOx 過渡排出 1 つま

50

たは2つ以上の結果として生じる移動熱波前線1つまたは2つ以上はそれの熱を触媒床に均一には逸散させない。過渡の全部に関して最大または平均的熱前線が存在する正確な位置を決定するのは不可能である。一般的には、正確なNSRを決定するには中央床の温度が必要であるが、波前線の位置は変動することから、触媒の正確に中央地点に存在すると厳格に述べるのは不可能である。入り口および出口の排気ガス温度センサー67、68は読みを与え、その差をある定数、即ち2で割ることで中央床の近似値を得ることは可能であるが、触媒温度（入り口温度と出口温度の合計の $1/2$ ）を τCat 定数によるフィルターにかけて触媒を通る熱波前線が変化する性質の影響をなくすと有意により正確な結果が得られる。実際、 τCat は単に入り口センサー67または排気多岐管センサー65による排気温度（またはECU60を用いてモデル化した排気ガス温度でさえ）を用いて触媒温度を正確に予測することができることを見いだした。触媒機能温度（catalyst functional or functioning temperatures）を本明細書および請求の範囲で用いる場合、この言及は、還元用触媒床の平均温度または温度中央値を意味する。触媒前方（pre catalyst）の排気ガス温度に修飾を受けさせる目的で τCat 定数を用いた触媒フィルターを用いると、他の公知方法を用いた場合に比べてより正確な機能触媒温度がもたらされることで、過渡排出熱波前線（transient emission heat wave fronts）の影響がなくなる。この裏付けで、ETC（ヨーロッパ過渡サイクル）試験中にとった触媒温度のグラフである図9を参考にすべきである。ひし形を通る線（参照番号87で表示）は入り口および出口センサー67、68が記録した平均触媒温度である。図2B（および2A）に入り口温度と出口温度のそれぞれをプロットしたことを思い起こしていただきたい。入り口温度の振れ幅は有意であるが、出口温度は「減衰」していた。入り口温度の読みも出口温度の読みも過渡排出による影響を受けた時には触媒温度の影響をなくすることができない。平均触媒温度の線87は、予想したように、入り口温度の振れ幅を減衰させる。しかしながら、振れはまだ存在しており、このことは、実際の温度測定は還元剤計量注入システムにとって適切でないことを立証している。ETC試験中に中央床の温度を測定して、これを図7に正方形を通る線としてプロットし、これを参照番号88で表示する。中央床の温度は排気ガスに関連した振れを示さず、予測したように、波形の形状を有する。 τCat を用いて決定した予測温度を円を通る線で示し、これを参照番号89で表示する。この予測温度は単に排気ガス温度を感知することを基にした予測温度であった。予測温度線89は中央床温度線88に従い、このことは、明らかに、何故これが機能触媒温度を決定する時に広範な伝熱計算を行うことなく如何なる制御システムを用いても容易に実施される優れたツールであるかを示している。

【0118】

このフィルターの特に新規な特徴は、エンジンが短時間停止している間の冷却過程に準じる触媒温度を前記フィルターを用いて予測する点にある。これを、直列連結している2つの一次フィルターを2つの平行な機能する個別の一次フィルターに分割して、両方のフィルターに周囲温度をインプットとして送り込む。これらのフィルターのアウトプットが予測触媒温度に相当する。その一緒になっているフィルターを分割する理由は、そのようにすると触媒の冷却曲線を可変時間定数を伴う一次フィルターによって非常に良好に表すことができる点にある。この時間定数を参照用表からコンピューターで計算するが、前記参照用表にインプットとして例えばタイマーまたは予測触媒温度と周囲温度の差を入れる。このフィルターに関する連続形態の伝達関数は方程式8：

方程式8

【0119】

【数35】

$$H\tau_{Cool}(s) = \frac{T_{Cool}}{T_{Amb}} = \frac{1}{\tau_{Cool1,2} \cdot s + 1}$$

および

$$\tau_{Cool1} = \tau_{Cool2} = f(\text{タイマー})$$

【0120】

[式中、

T_{Amb} = 周囲温度、

T_{Cool} = 冷却中の触媒温度、

τ_{Cool1} 、 τ_{Cool2} = 時間、例えばタイマーまたは温度差の関数である時間定数]で表される。

【0121】

触媒フィルタブロック92の中で冷却フィルタ(cool down filter)をどのように実行することができるかを図式的概念形態で示す図10を参照すべきである。それらのフィルタを直列配置から並列配置に切り替える切り替え配置(switching arrangement)を示す。前記フィルタが直列配置に切り替わり、そして図6を参照して説明したように、 τ_{Cat} および1番目の一次フィルタ92Aそして次に同じ様式で2番目の一次フィルタ92Bに入力される排気ガス温度インプットを伴って機能することが分かる。エンジンが停止すると、スイッチライン103がスイッチを作動させて破線で示す位置にする。切り替えインプットである τ_{Cool} および周囲温度がライン104で2番目の一次フィルタ92Bに送られて触媒の冷却温度を予測することをエンジン再始動時に用いる。

【0122】

2番目の平行に位置するフィルタにも同じ情報を持たせて同様に送る理由は、エンジンを短時間停止後に再び始動させる時に前記フィルタ(即ち1番目の一次フィルタ92A)がフリーズングまたはドリフティングを起こすことで誤った値をもたらすことがないようにすることにある。これらのフィルタは再始動後に再び直列連結して、両方とも同じ値から出発して触媒温度を再び測定値を基にして正確に予測する必要がある。

【0123】

そのような時間定数を決定する時にコンピューターで計算された触媒温度と周囲温度の間の温度差を用いる利点は、「大きな」時間を処理する能力を有する必要があるカウンターを設ける必要がない点にある。

【0124】

このような特徴は試験中に非常に有用であるばかりでなくまた実際に車が短時間停止した時(燃料再注入など)にも非常に有用である。そのソフトウェアをデフォルト(リセット)値から出発させない。触媒が熱い間にデフォルト値から出発することは尿素が可能な限り早く瞬時に注入されないことを意味し、このことは変換がより遅くなることを意味する。

【0125】

この上に示した触媒温度フィルタの表示は連続変域に関する表示である。しかしながら、これらを制御装置内で下記の如き差分方程式9:

方程式9

【0126】

【数36】

10

20

30

40

$$TCool_{Filt1,2} = \frac{T_{Amb}(n) - TCool_{Filt1,2}(n-1)}{\tau_{Cool1,2}} + TCool_{Filt1,2}(n-1)$$

および

$$\tau_{Cool1} = \tau_{Cool2} = f(\text{タイマー})$$

【0127】

[式中、

T_{Amb} = 周囲温度、

$TCool_{Filt1,2}$ = 冷却中の予測触媒温度、両方のフィルター、

τ_{Cool1} 、 τ_{Cool2} = 例えばタイマーまたは温度差の関数である時間定数]

を用いて離散形態で実施する。

【0128】

注：

下付き文字「 $Filt1$ 、 2 」は平行な機能する1番目と2番目の一次フィルターの値を示している。下付き文字「 n 」は現時サンプルの値を示している。下付き文字「 $(n-1)$ 」は先行するサンプルの値を示している。

【0129】

エンジン停止後の触媒の冷却温度を予測する目的で一次フィルターを用いることは機能触媒温度を本発明で得るか否かに拘らず如何なる排出系でも実行可能な特徴であると理解されるべきである。そのような用途では触媒の冷却温度を得る時に一次フィルターのみを用いるが、前記システムが必要としている如何なる目的でも冷却温度を用いることができる。それでも、停止時の触媒温度を基にした実時間定数（ $timing\ constant$ ）の参照用表または停止時の触媒温度を周囲温度と比較した時のそれらの間の差を基にした表を用いて冷却時間定数、即ち τ_{Cool} を得ることも可能である。この触媒温度は、冷却フィルター（ $cool\ down\ filter$ ）を用いたシステムで計算した温度である。本発明のより幅広い範囲において、この冷却フィルターを還元用触媒に限定するものでない。例えば、断続的に停止と始動を行うエンジンが用いられているハイブリッド車（ $hybrid\ vehicle$ ）は、燃料注入制御の目的で触媒温度を用いることができると思われ、これを一次冷却フィルターを用いて容易に達成することができる。

【0130】

NOx フィルター定数、即ち τ_{NOx} は、 SCR システムで用いられている還元用触媒に特異的である。これを、所定の還元用触媒が所定温度（この還元用触媒が還元剤を貯蔵する温度の範囲内）で還元剤を貯蔵（および放出）する能力の関数として決定する。この NOx フィルター定数を、好適には、所定還元用触媒が外部の還元剤および NOx 排出物を貯蔵（この触媒の温度の範囲内で）する能力の関数として決定する。

【0131】

特定の還元用触媒42のいろいろな機能触媒温度（触媒フィルターブロック92で測定した如き）に関する τ_{NOx} 時間定数のグラフである図11を参照すべきである。触媒機能温度をx軸にプロットしそして τ_{NOx} をy軸に時間定数としてプロットする。このプロットした時間定数は一連の試験を通して確立した時間定数であった。この触媒にパージ洗浄を受けさせることでいくらか存在する還元剤を除去した後、既知の触媒貯蔵範囲内の温度（約200から400℃）に加熱した。還元剤を設定した濃度で入れておいた不活性ガスを前記触媒の中に計量注入しそして気体サンプルを時間増分で採取した。この気体サンプルが前記還元用触媒の中に計量注入される還元剤濃度とほぼ等しい濃度を示した時点で貯蔵時間を確立して、これをその温度に関してy軸にプロットした。次に、その結果として得たプロットを参照番号100で表示して、これをECU60内の参照用表に記憶させる。この手順の実施は前記触媒の貯蔵能力を時間（この時間は触媒の温度に伴って変わる）に関係させることにあり、これを用いて NOx フィルターの時間定数 τ_{NOx} を設定す

10

20

30

40

50

る。

【0132】

この時間は絶対時間量の意味で相対的であるが、あらゆる触媒に関する時間定数を確立する時に不変の基礎を与えるものである、と言うのは、ある触媒が所定温度で還元剤を貯蔵する能力が別の触媒の能力よりも大きい場合、それが還元剤（設定した濃度率で計量注入した）の貯蔵を止めるまでの時間は貯蔵能力が低い方の触媒のそれよりも長いからである。この触媒の貯蔵能力と貯蔵時間を相互に関係付けることで、 NO_x 排出濃度が変化することに対して触媒が反応する好時期を決定する時の基礎が存在することになる。必要なのは排出量の変化を測定することのみである、と言うのは、それによって触媒がその変化に反応して示す挙動を予測することができるからである。本制御システムは、触媒が実時間
10
で前記変化にどのように反応するかを確かめる目的で操作パラメータを監視する必要も還元剤の用量を調整する目的で触媒反応を基にした（最後に触媒の能力と相互に関係付ける）際限のない広範な計算を実施する必要もない。

【0133】

本出願の日付までに実施した試験の数は充分ではないが、いろいろな還元用触媒を用いて作成した複数の τNO_x 曲線から得たデータによって還元用触媒の表面領域に存在している貯蔵／放出部位の数および強度とその特定還元用触媒が示した τNO_x 曲線の間に相互関係が確立され则认为している。好適な還元剤であるアンモニアを用いた態様では、アンモニアの分子が結合するブレンステッド酸部位の数が単位面積当たり平均になりかつ結合強度が平均になるように還元用触媒を調合することができる。次に、この調合したウォッ
20
シュコートを用いて τNO_x 曲線を作成したが、これは触媒の表面積を基準にして既知の反応性を示す、即ち表面積が大きくなればなるほど時間が長くなる、即ち τNO_x 定数が大きくなる。 τNO_x 曲線をこれが所定のエンジンが発生する過渡排出量に合致するように選択したことから、特定のエンジンに合致する触媒の大きさを決定する方法を確立した。 NO_x 規制に合致すると同時に触媒の費用を最小限にする。

【0134】

また、還元用触媒（特にゼオライト）が NO_x 排出物を貯蔵（および放出）する時の親和力も同様に触媒の温度に応じていろいろであることも知られている。本発明は、この上で説明した還元用触媒が還元剤を貯蔵する能力を決定および測定する様式と同じ様式で還元用触媒が NO_x を貯蔵する能力の影響をなくすことによってより正確な τNO_x 定数を生
30
じさせることを包含する。このように、所定の還元用触媒が還元剤および NO_x を貯蔵する能力を基にして τNO_x 定数を確立する。

【0135】

本発明の方法は、記述したようにして、排気ガスの速度をインプット 98 の所で感知して空間速度ブロック 99 の所で空間速度シグナルを生じさせ、これを NSR ブロック 76 にインプットする。また、空間速度シグナルを用いて τCat 参照用表 101 の中の触媒時間定数にもアクセスし、その時間定数を触媒フィルターブロック 92 にインプットすることで機能触媒温度を生じさせ、これを NO_x 過渡に関して調整して、これを NSR ブロック 76 にインプットすることで、図 5 のマップに従って NSR 比を決定する。また、前記触媒温度を用いて NO_x 参照用表 102 の中の NO_x 時間定数にもアクセスし、これを NO_x フィルターブロック 90 にインプットすることで計算された NO_x 排出濃度を生じ
40
させ、それによって、エンジン 32 が発生する過渡的 NO_x 排出の影響をなくす。 NSR 比と計算もしくはフィルターにかけられた NO_x 排出量を還元剤計算ブロック 77 にインプットして、注入ブロック 78 の所で還元用触媒 42 の上流に注入すべき還元剤の濃度を決定し、それによって、この還元剤のパルス計量注入を制御する。過渡排出によると考えられる影響の目的でシステムのあらゆる主要な構成要素である NO_x 、温度、NSR および還元剤計算の全部を調整することを注目されたい。

【0136】

本発明のシステムは NO_x 排出の影響を遅らせる（他の様式では還元剤の計量注入を制御する目的で感知したまま用いられていた）ことによって還元用触媒が NO_x 排出物に還元
50

を受けさせる能力がエンジン操作条件の突然の変化によって実際に受ける遅れに合致させるシステムであることは明らかであろう。この遅れは相対的であるが、これが触媒がいろいろな温度で NO_x 排出物に還元を受けさせる相対的能力（即ち貯蔵能力）が基になっている意味で不変数、即ち τNO_x である。更に、前記触媒温度は、変化する排気ガス波前線を経験する触媒の遅れが基になった実時間予測である。いろいろな NSR （予測した現時の機能触媒温度および現時の空間速度）に従って計量注入を設定する。このように、本システムは、触媒性能を測定した後に還元剤計量注入速度を調整する如何なる試み（例えば前記'186特許に開示されている如き）も行うことなく過渡排出、温度および NO_x の影響をエミュレートすることで過渡排出の影響をなくすものである。

【0137】

記述したように、本制御システムは十分に機能的である。しかしながら、本制御システムが全体として示す機能を向上させ得る増強、付加または修飾はいくつか存在する。特に、 dT/dt ブロック110として示す温度変化制御の速度を本システムに組み込むことも可能である。この上で考察した演算は触媒温度の時間導関数によって確立され得る正の数および負の数の意味で増加／減少値の影響を本質的になくすと同時に、より長い時間に渡って、 NO_x 過渡によると考えられる温度上昇または減少変化の影響を本質的になくす。温度が変化する速度を dT/dt ブロック110で決定すると、それに応じて、温度が低下する速度に関する τNO_x 定数に可変定数を適用することができ、それによって、増大および低下する NO_x 排出速度に非対称的な τNO_x 定数を適用することが可能になる。更に、 dT/dt ブロック110は減速が起こっている時にブロック77の所で減速を感知して還元剤の計量注入を止めさせることができる。これに関して、触媒温度が触媒範囲未満（即ち 150°C 未満）の時には還元剤の計量注入を行わないと理解されるべきである。車が減速する時点では還元剤の計量注入を行わない。また、触媒の温度が触媒温度範囲より高い（即ち約 400°C より高い）時には、エンジンアウト NO_x ブロック75によって決定されるようにして、実際に生じる NO_x 排出量に等しい割合で還元剤を計量注入する。そのように高い方の温度の時には NO_x 時間定数、即ち τNO_x の値は1である。再び、 NO_x フィルターは触媒が還元剤を貯蔵する能力を有する設定温度範囲内において変化する状態の間に機能することを注目すべきである。その還元剤の用量をそのような範囲に設定する目的でフィルターにかけた NO_x 排出量は加速時にはエンジンから出る排出量よりも少なくなり得、それによって NO_x 過渡が減少する方向ではなく還元剤のスリップが起こる方向に向かう。

【0138】

本システムはまたインプット111の所で老化係数（ageing factor）を NSR ブロックの所で生じる NSR シグナルにインプットすることによって触媒老化の影響もなくし得る。この老化シグナルは参照用表からアクセス可能であり、前記参照用表は、車のセンサーから取ったエンジン作動時間または運転マイルと NSR 比を変える老化係数を相互に関係付ける表である。

【0139】

車の用途に適した商業的に受け入れられる時間応答性（time responsive） NO_x センサーが開発されたならば、そのような NO_x センサーを定常状態エンジンマップの代わりに用いてエンジンアウト NO_x ブロック75の所で実際の NO_x 排出濃度を決定することができるであろう。商業的に受け入れられる時間応答性還元剤センサー、即ちアンモニアセンサーが開発されたならば、そのようなセンサーを還元剤計算ブロック77の所で用いて還元剤のシグナルを調整することができるであろう。

【0140】

本システムにまた搭載診断（on board diagnostics）（OBD）用手段を含めることも可能であり、これは例えば NO_x センサーまたは還元剤センサーを還元用触媒42の下流に位置させることなどで実行可能である。この上で考察したように、現在の NO_x および／またはアンモニアセンサーは自動車のIC用途の制御で用いるに十分な応答時間を持たない。しかしながら、それらは診断目的で用いるには満足されるもの

10

20

30

40

50

である。

【0141】

本発明の制御システムの使用有り無しで還元剤をSCRシステムに計量注入した時にETC運転サイクルの全体に渡って記録された還元剤（アンモニア）スリップの2つの線を示す図12を参照することができる。図12を調べることで、外側の線120の内部に内側の線121が包み込まれていることが分かる。外側の線120は図2Aの記述で「NOxフォロイング」と呼んだ通常の計量注入制御、即ちエンジン操作パラメーターおよび触媒温度から生じさせた定常状態のNOx排出量マップによって決定される如きエンジンが放出する実際の予測された実際のNOx排出量を基にした還元剤計量注入を表している。内側の線121は、同じエンジンをETCサイクルにおいて本制御システム下で作動させた時に起こる還元剤のスリップをプロットした線である。全てのケースで、過渡排出の時の還元剤スリップが減少する。内側の線121のデータを集める時に実施した試験では、減速を測定するためのdT/dt示差温度変化ブロック110を本システムに取り付けなかった。このようなスリップデータの再吟味を基にして、車が減速している間には還元剤の計量注入を停止する制御でdT/dtブロック110を実行したならばスリップのさらなる有意な減少が得られるであろうと考えている。

10

【0142】

本発明の好適および代替態様を言及することで本発明を説明してきた。本明細書に挙げた本発明の詳細な説明を読んで理解した後の本分野の技術者に本発明の修飾形および変形が思い浮かぶであろう。そのような修飾形および変形は本発明の範囲内に入ることからそれらの全部を本発明の範囲内に含めることを意図する。

20

【図面の簡単な説明】

本発明は本発明の一部を構成する添付図と協力しかつ一緒になって特定の部分および部分の配列の形態を取り得る。

【図1】 図1は、ディーゼル動力車がヨーロッパMVEGサイクル中に発生する排気ガスに入っているNOx排出量のグラフである。

【図2A】 図2Aに、ディーゼル動力車に段階的負荷試験を受けさせている間のトルク、触媒入り口および出口温度および発生するNOx排出量を経時的に示す一連のグラフを示す。

【図2B】 図2Bに、急速連続段階的負荷試験に関する図2Aと同様な一連のグラフを示す。

30

【図3】 図3は、本発明の方法を用いた制御を受けさせるSCRシステムの図式図である。

【図4】 図4は、SCRシステムを制御する目的で本発明で用いた段階を示す流れ図である。

【図5】 図5は、いろいろな正規化した化学量論的比をもたらず変数である空間速度および触媒温度のマップである。

【図6】 図6は、離散形態の本発明のNOxフィルターを示す図式図である。

【図7Aおよび7B】 図7Aおよび7Bは、本発明で用いるに適した一次フィルターの図式図である。

40

【図7C】 図7Cは、図7Aおよび7Bに示したフィルターのフィルター効果を示すグラフである。

【図8】 図8は、本発明のフィルターが段階的負荷過渡排出に対して示す効果を描写するグラフである。

【図9】 図9は、本発明で予測した機能触媒温度、感知された中央床触媒温度および感知された平均触媒温度をプロットしたETC試験グラフである。

【図10】 図10は、離散形態の本発明のTcatフィルターを示す図式図である。

【図11】 図11は、本発明で用いる可変NOx定数、即ち τ_{NOx} を示す構築グラフ(constructed graph)である。

【図12】 図12は、実際のNOx排出量を基にして還元剤を計量注入するシステムの

50

場合のアンモニアスリップを本発明を用いたシステムとの比較で示すE T Cサイクルの一部のグラフである。

【図 1】

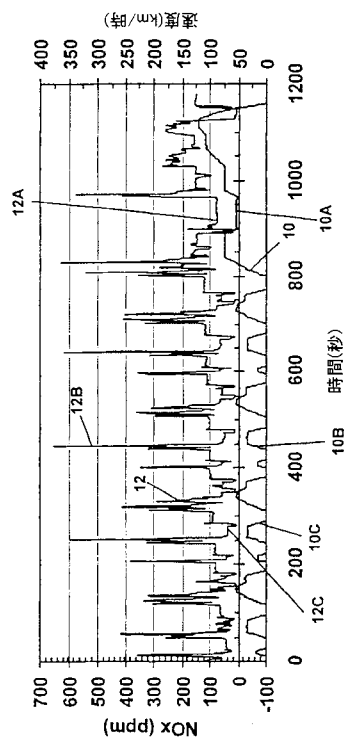


FIG. 1

【図 2 A. B】

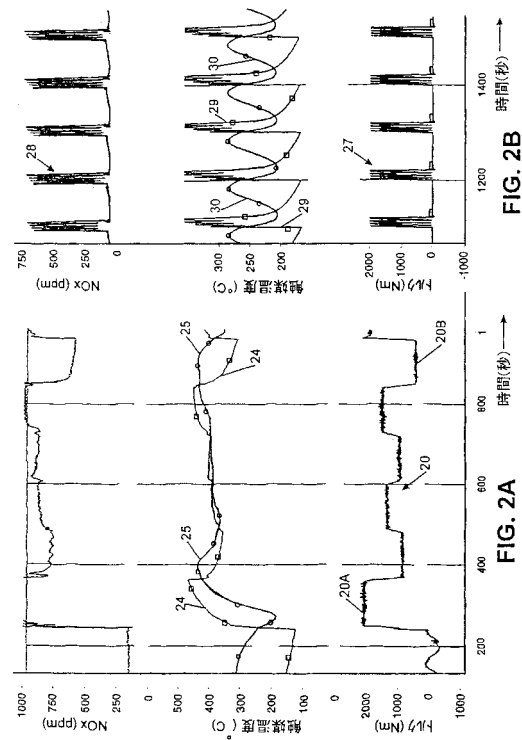
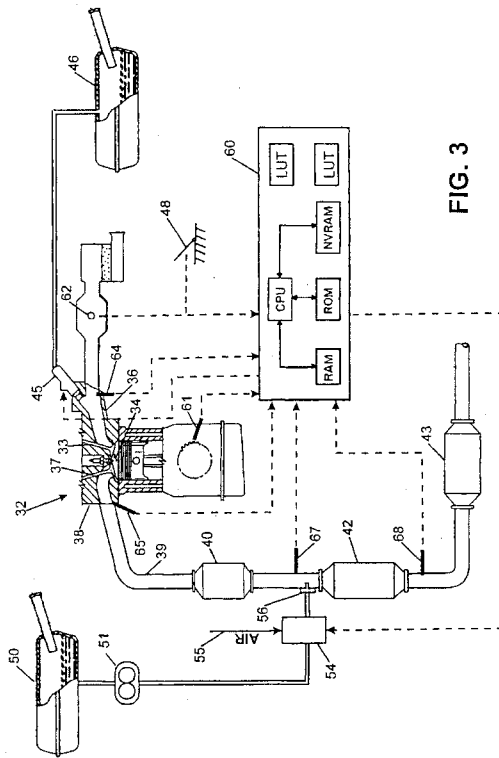


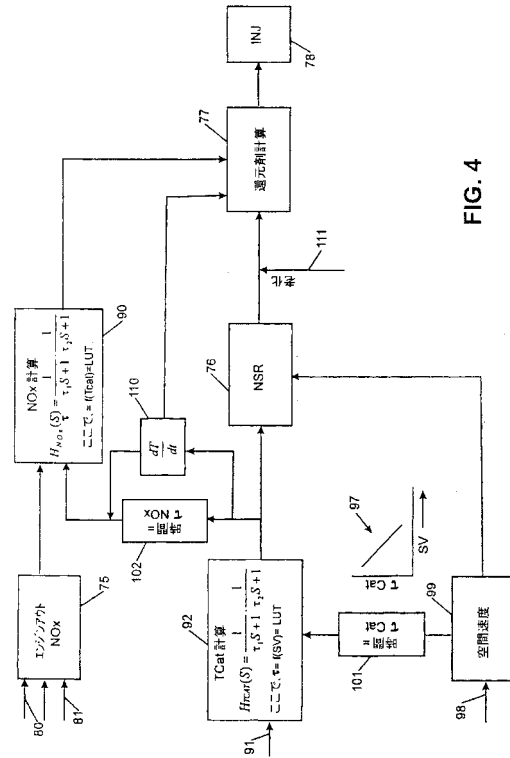
FIG. 2B

FIG. 2A

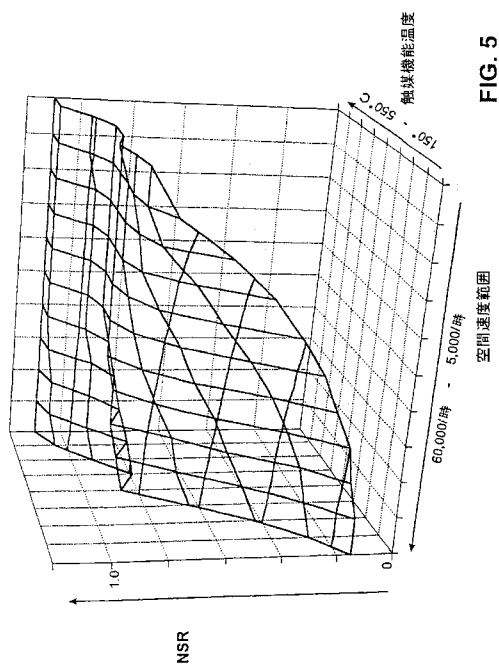
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【图 6】

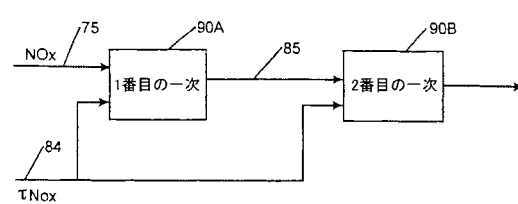


FIG. 6

【図 8】

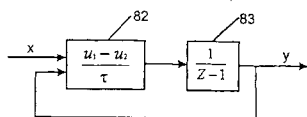


FIG. 7A

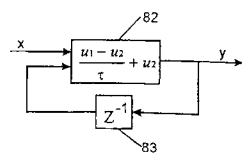


FIG. 7B

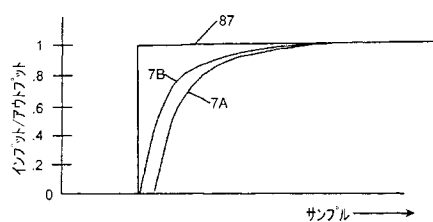


FIG. 7C

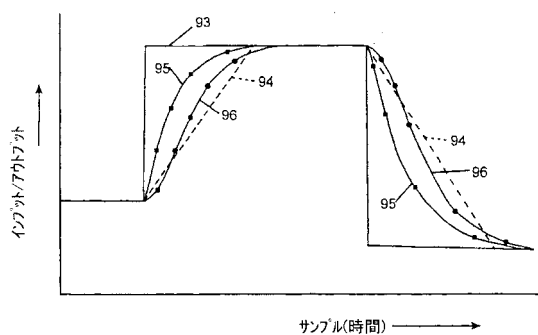


FIG. 8

【図 9】

【図 10】

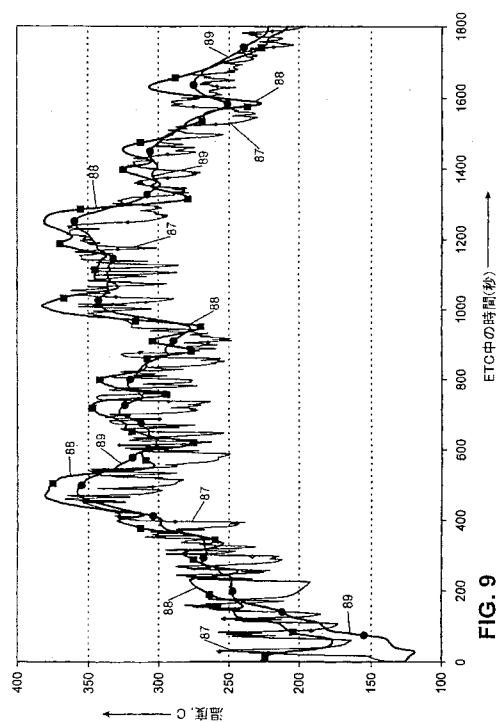


FIG. 9

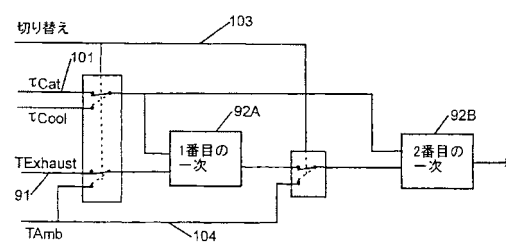


FIG. 10

【図 1 1】

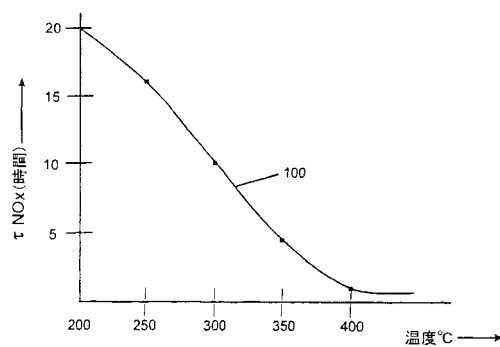


FIG. 11

【図 12】

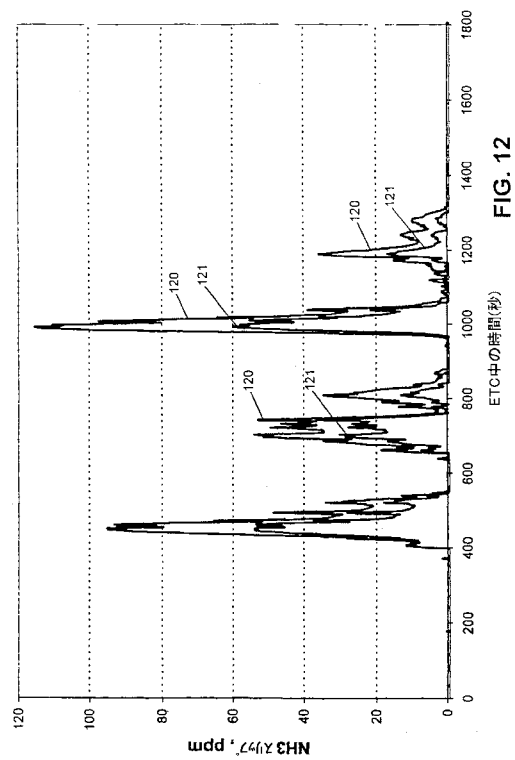


FIG. 12

フロントページの続き

- (72)発明者 パチエツト, ジョセフ・エイ
アメリカ合衆国ニュージャージー州07920バスキングリッジ・クイーンアンドライブ46
- (72)発明者 ベルベーク, ルドルフス・ペトルス
オランダ・エヌエルー2672ピーケイ ナールドウィーク・ゲルブランデイストラート67
- (72)発明者 グリムストン, カール・リチャード
イギリス・ウーセスターシャー ダブリュアール8 9エルアール・アツパーストレンシヤム・ス
トレンシヤムコートミューズ9
- (72)発明者 ライス, ゲイリー・ウエイン
アメリカ合衆国ニュージャージー州07076スコットプレインズ・ラリタンロード1221
- (72)発明者 カラブレス, ジョン・ローレンス
アメリカ合衆国ニュージャージー州07901サミット・オーチャードストリート112
- (72)発明者 バン・ゲンデレン, マテイス
オランダ・エヌエルー2623ジエイエム デルフト・レペラールストラート73

審査官 亀田 貴志

- (56)参考文献 実開平03-071122 (JP, U)
特開平11-229850 (JP, A)
特開2000-352306 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F01N 3/08 - 3/36
B01D 53/56
B01D 53/74
B01D 53/94