

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6257941号
(P6257941)

(45) 発行日 平成30年1月10日 (2018. 1. 10)

(24) 登録日 平成29年12月15日 (2017. 12. 15)

(51) Int. Cl.	F I
FO1N 3/08 (2006.01)	FO1N 3/08 Z A B B
FO1N 3/24 (2006.01)	FO1N 3/24 C
FO1N 3/28 (2006.01)	FO1N 3/28 J
BO1D 53/86 (2006.01)	BO1D 53/86 2 2 2
BO1D 53/90 (2006.01)	BO1D 53/86 2 2 8
請求項の数 7 (全 13 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2013-147747 (P2013-147747)	(73) 特許権者	592007771
(22) 出願日	平成25年7月16日 (2013. 7. 16)		ドイツ アクチェンゲゼルシャフト
(65) 公開番号	特開2014-20376 (P2014-20376A)		ドイツ連邦共和国 5 1 1 4 9 ケルン
(43) 公開日	平成26年2月3日 (2014. 2. 3)		オットシュトラーク 1
審査請求日	平成28年7月15日 (2016. 7. 15)	(74) 代理人	100092277
(31) 優先権主張番号	12005203.0		弁理士 越場 隆
(32) 優先日	平成24年7月14日 (2012. 7. 14)	(74) 代理人	100155446
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		弁理士 越場 洋
		(72) 発明者	メイケ, ヴィットロック
			ドイツ連邦共和国 5 1 4 2 7 ベルギッ
			シュエグラッドバッハ スタインブレカー
			ヴェーク 2 1
		(72) 発明者	オリヴァー, スウィアトラック
			ドイツ連邦共和国 4 2 6 5 7 ゴーリン
			ゲン カナルシュトラーク 2 3
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディーゼルエンジン排ガス中の窒素酸化物を減少させる方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

排ガス後処理システムを用いてディーゼルエンジン排ガス中の窒素酸化物を減少させる方法であって、

排ガスの流れ方向に下記 (1) ~ (5) を下記の順序で有し：

(1) 浄化すべき排ガス中へ還元剤としてアンモニアおよび／またはアンモニアに分解する化合物を添加するための装置；

(2) 第1のSCRユニットを形成する1つまたは複数のSCR触媒；

(3) 上記第1のSCRユニットの後方の、排ガス中のアンモニア濃度を求めるためのアンモニアセンサ；

(4) 第2のSCRユニットを形成する1つまたは複数のSCR触媒および／またはアンモニア酸化触媒；

(5) 排ガスエンドパイプ中の窒素酸化物 (NO_x) の濃度を求めるための窒素酸化物センサ (NO_x センサ) ；

排ガス中に添加すべきアンモニアおよび／またはアンモニアに分解する化合物の量を、上記アンモニアセンサによって求めた第1のSCRユニット後方の排ガス中のアンモニア濃度と、上記 NO_x センサで求めた排ガスエンドパイプ中の窒素酸化物濃度とを用いて調節し、

上記アンモニアセンサと上記 NO_x センサのセンサ信号から、バーチャル NO_x / NH_3 センサの実際値を計算し、それをPI制御器またはPID制御器のための入力量として用

い、この制御器では実際値と所定の目標値とを比較して上記アンモニアおよび／またはアンモニアに分解する化合物の添加量を定め、

アンモニアおよび／またはアンモニアに分解する化合物の上記添加量を排ガス中へ供給し、

上記の所定の目標値は第1のSCRユニットの排ガスの空間速度および第1のSCRユニットのSCRユニットの平均温度の関数であり、

上記バーチャル NO_x/NH_3 センサの実際値の計算を下記1)～3)の手順で行うことを特徴とする方法：

1) NO_x センサ信号を NH_3 センサ信号で補正して排ガスエンドパイプ中の実際の NO_x 濃度を表す補正された NO_x 値 NO_xCorDS を計算し、この値 NO_xCorDS はゼロより小さくなく、

2) 値 NO_xCorDS に(−1)で乗算して $[-\text{NO}_x\text{CorDS}]$ とし；

3) マップから所定の重み付け係数を乗算して値 $[-\text{NO}_x\text{CorDS}]$ を重み付けし、上記重み付け係数は0と1の間の値をとり、

第1のSCRユニット後方の排ガス中のアンモニアセンサが所定の第1の最大許容値を上回らないアンモニア濃度を検出している間は上記の重み付け係数は1であり、この第1の最大許容値は、浄化すべき排ガス中のアンモニアがエンジンのすべての運動点において第2のSCRユニット中で完全に窒素に変換できるように選択され、

アンモニアセンサによって検出された第1のSCRユニット後方の排ガス中のアンモニア濃度が所定の第2の最大許容値に達するか、それを上回った場合には上記の重み付け係数が0とする。

【請求項2】

第1のSCRユニット後方の排ガス中のアンモニアの最大許容濃度を目標値として設定し、この目標値はゼロより大きい請求項1に記載の方法。

【請求項3】

上記目標値が第1のSCRユニットおよび第2のSCRユニットに対する排ガスの空間速度と、第1のSCRユニットおよび第2のSCRユニットの平均温度の関数である請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

PI制御器またはPID制御器用の他の入力量として、比例成分と、積分成分と、アンモニアおよび／またはアンモニアに分解する化合物の最大可能添加量とを設定し、これら他の入力量が第1のSCRユニット、および第2のSCRユニットに対する排ガスの空間速度と、第1のSCRユニットおよび第2のSCRユニットの平均温度との関数である請求項1～3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】

目標値と実際値との差が所定の閾値を上回るか、下回った場合に、上記の比例成分および積分成分にパラメータ化可能な増幅係数を乗算して目標値への制御を促進する請求項4に記載の方法。

【請求項6】

下記(1)～(5)：

(1) 浄化すべき排ガス中へ還元剤としてアンモニアおよび／またはアンモニアに分解する化合物を添加するための装置；

(2) 第1のSCRユニットを形成する1つまたは複数のSCR触媒；

(3) 上記第1のSCRユニットの後方の、排ガス中のアンモニア濃度を求めるためのアンモニアセンサ；

(4) 第2のSCRユニットを形成する1つまたは複数のSCR触媒および／またはアンモニア酸化触媒；

(5) 排ガスエンドパイプ中の窒素酸化物(NO_x)の濃度を求めるための窒素酸化物センサ(NO_x センサ)；

を下記の順序で有し、

排ガス中に添加すべきアンモニアおよび／またはアンモニアに分解する化合物の量が、上記アンモニアセンサによって求めた第1のSCRユニット後方の排ガス中のアンモニア濃度と、上記NO_xセンサで求めた排ガスエンドパイプ中の窒素酸化物濃度とを用いて調節され、

上記アンモニアセンサと上記NO_xセンサのセンサ信号から、バーチャルNO_x/NH₃センサの実際値を計算し、それをPI制御器またはPID制御器のための入力量として用い、この制御器では実際値と所定の目標値とを比較して上記アンモニアおよび／またはアンモニアに分解する化合物の添加量を定め、上記の所定の目標値は第1のSCRユニットの排ガスの空間速度および第1のSCRユニットのSCRユニットの平均温度の関数である、

10

ことを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の方法を実施するための排ガス後処理システム。

【請求項7】

ディーゼルエンジンと、請求項6に記載の排ガス後処理システムとを有する車両または装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

2014年に発効するノンロードディーゼルエンジンのための欧州および米国の排出法（EU段階IVまたはTier 4、ファイナル）を遵守するためにはディーゼルエンジンに排ガス浄化システムを搭載することが不可欠である。典型的な排ガス浄化システムは一酸化炭素と炭化水素を酸化除去するディーゼル酸化触媒と、必要に応じてその下流側に配置されるディーゼル粒子フィルタと、脱窒ユニットとを有している。車両のロード領域およびノンロード領域でディーゼルエンジン排ガスを脱窒する典型的なシステムは、いわゆるSCR触媒（SCR：Selective Catalytic Reduction、選択触媒還元）と、還元剤としてアンモニアあるいはアンモニアに分解する化合物を浄化すべき排ガス流中へ所定量注入する装置とを使用して窒素酸化物を選択的に触媒還元するユニットである。好ましい還元剤は尿素水溶液またはカルバミン酸アンモニウム水溶液であり、特に好ましいのは尿素水溶液である。一般に、この種のSCR触媒の前方にはディーゼル酸化触媒（DOC）および／またはディーゼル粒子フィルタ（DPF）が配置され、SCR触媒はその流出側に配置される。

20

30

【背景技術】

【0002】

特許文献1に記載のシステムまたはディーゼル粒子フィルタが無いシステム（DOC＋SCRのみ）は排出基準EU段階IVまたは段階4fを満たすために使用される。特に、後者の「オープン」システムでは比較的長い運転後でも全ての運転時点において最大のSCR効率が達成されなければならない。すなわち、ディーゼル粒子フィルタが無いシステムを排ガス浄化で使用するエンジンの燃焼プロセスは、粒子排出量が常にできる限り少なくなるように調整されている。そのためにNO_xの排出が著しく高くなるので、法律で決まった排出限界値を達成するためにはシステムの運転期間全体にわたってSCRユニットでの窒素酸化物転換率を90%以上にする必要である。

40

【0003】

SCRシステムの効率はSCR触媒の温度と質量流の他にSCR触媒に入る前のNO₂/NO_x比と添加する還元剤の量とによって決まる。NO₂/NO_x比は前置した排ガス浄化アグリゲートDOCおよび／またはDPFを用いて調節され、好ましくは0.2～0.7、特に好ましくは0.4～0.6の値にされる。

【0004】

還元剤の添加が不足すると（例えば、 $\alpha = 0.8$ になる場合、ここで、 α はSCR触媒前の浄化すべき排ガス中のNO_xに対するNH₃の分子の比を表す）、還元剤の効果によって理論的に決まる窒素酸化物の変換率（ $\alpha = 0.8$ の場合には最大窒素酸化物変換率が

50

80%)が制限される。還元剤の添加が過剰になる($\alpha > 1$)と、SCR触媒で熱力学的に可能な最大窒素酸化物変換率を得ることができ、それは各運転(駆動)条件下での触媒の物質的特性(排ガス質量流、温度、SCR前の NO_2/NO_x)によってのみ決まる。しかし、還元剤の添加が過剰になるとSCR触媒によりアンモニアが発生することになる。EU危険物質表示ではアンモニアは有害かつ環境に危険なガスであるのでその放出は無条件に回避されなければならない。

【0005】

従来技術に基づくシステムは一般に還元剤の添加量をモデル支援する閉ループ制御である。すなわち、エンジン制御装置内に格納されたソフトウェアを用いて、生で排出される NO_x 含有量と予め実験に基づいて求めた各運転点におけるSCR触媒の効率とをベース

10

【0006】

このパイロット制御は、特に遷移金属で交換したゼオライトをベースにしたSCR触媒の場合には、アンモニア貯蔵能力を高くするのは困難である。触媒中に貯蔵可能なアンモニアの量は運転温度と触媒の老化状態に依存する。従って、各運転点に従って添加される還元剤量の一部は触媒中にアンモニアを貯蔵するために用いられる。このアンモニア貯蔵器によって、特に動的運転(駆動)時に短時間発生する添加量不足は、排ガス中に含まれる窒素酸化物が貯蔵器から脱離するアンモニアにより還元されることによって補償することができる。その後、還元剤の過剰添加によってアンモニア貯蔵器を再び満たさなければ

20

【0007】

触媒のこの貯蔵挙動がパイロット制御モデルの最適な適合を困難にする。すなわち、SCR触媒内での化学的・物理的プロセスは複雑であり、数学的記述するのが困難である。従って、モデル支援される還元剤添加の閉ループ制御はSCR触媒の最大の効率がすべての運転点、特にエンジンの過渡的運転時に、アンモニア発生なしが保証されないという欠点を有する。

【0008】

SCR触媒の後方でのアンモニア発生をアンモニアセンサによって感知するSCRシステムは公知である。特許文献2にはアンモニアセンサの構造と機能法が開示されている。

30

【0009】

特許文献3は、第1の酸化触媒、排ガス路内へ燃料を投入する装置、第2の酸化触媒、ディーゼル粒子フィルタ、窒素酸化物の還元の有効な還元剤を噴射する装置、SCR触媒、必要に応じて用いる酸化触媒効果を備えた(アンモニア)阻止触媒を、排ガスの流れ方向にこの順序で有する内燃機関の排ガスを閉ループ制御するための排ガス後処理システムを開示している。SCR触媒の下流に還元剤添加の閉ループ制御を改良するため(あるいは診断目的のため)のアンモニアセンサを設けることができる。

【0010】

特許文献4は、酸化触媒、尿素水溶液の添加装置を備えた排ガスパイプおよびSCR触媒を排ガスの流れ方向にこの順序で有する排ガス浄化システムを開示している。SCR触媒中には温度センサが内蔵されている。SCR触媒の流出側にはSCR触媒後方の排ガス中のアンモニア濃度を検出するためのアンモニアセンサが設けられている。アンモニアセンサの流出側にはアンモニア酸化触媒を配置することができる。特許文献4に開示されたシステムでは添加すべき尿素水溶液量(パイロット制御量)がエンジンの回転数とトルクに従って決められる。また、添加開始とアンモニアスリップの実際の開始との間の時間の遅延からSCR触媒のアンモニア貯蔵容量が計算される。SCR触媒の後方のアンモニアセンサを用いてアンモニアスリップ量を表示する場合、実際に添加される尿素溶液の量はパイロット制御量に比較して減少させる。SCR触媒のアンモニア貯蔵能力の計算で制御ソフトウェア内に格納されている基準値よりも小さい値になった場合、実際に添加すべき尿素溶液の量はパイロット制御量により増加する。

40

50

【0011】

特許文献5はSCR触媒の運転方法を開示しており、運転条件に基づいてSCR触媒によりアンモニア発生が予測される場合、添加される還元剤の量を予め撤回する。このような運転条件の変化には排ガス質量流の変化および／または排ガス温度の上昇が含まれる。この特許文献5はさらに、2つのSCR触媒の間に配置したアンモニアセンサを用いてアンモニアスリップのリスクを認識する方法も開示している。第1の流入側SCR触媒の後方で予め定められたアンモニアスリップを上回った場合に、還元剤の添加をオフにする。

【0012】

特許文献6はディーゼル酸化触媒、排ガス路中へアンモニアを添加する装置、SCR触媒、排ガス中の窒素酸化物を検出する NO_x センサ、アンモニア酸化触媒、排ガス路中へ水を添加する装置およびアンモニアセンサを排ガスの流れ方向にこの順序で有するディーゼル内燃機関のための排ガス浄化システムを開示している。排ガス中に所定値を上回るアンモニア濃度がアンモニア酸化触媒の後方のアンモニアセンサによって検出された場合、排ガスエンドパイプ中に存在するアンモニアを「キャッチ」し、外気へのアンモニアの流出を回避するためにアンモニア酸化触媒の下流側で排ガス路中へ水を添加する。

【0013】

特許文献7および特許文献8は酸化触媒、ディーゼル粒子フィルタ、例えばアンモニアまたは尿素溶液等の還元剤を添加装置、SCR触媒およびアンモニア酸化触媒を排ガスの流れ方向にこの順序で有する排ガス後処理装置を開示している。アンモニア酸化触媒の流出側でSCRの流入側および／またはアンモニア酸化触媒の流入側にアンモニアセンサを配置することができる。これらにはディーゼル酸化触媒の流入側、SCRの流出側および／またはアンモニア酸化触媒の流出側の排ガス中の窒素酸化物の含有量を検出するための NO_x センサが備えられている。実際の還元剤添加率はこのセンサの信号を用いてパイロット制御モデルのエラーまたは不一致（たとえばモデリングエラー、触媒老化またはセンサ老化に起因する実際の効率の変化、還元剤濃度の変化、噴射遅延）によって部分的に最適還元剤添加量を補正するように決められる。

【0014】

特許文献9に開示のSCRシステム駆動方法では、排ガスの流れ方向に互いに前後して配置した2つのSCR触媒、2つのSCR触媒の間のアンモニアセンサおよび流れ方向の後方に配置した第2のSCR触媒の流出側 NO_x センサを有している。この方法の特徴は、アンモニアセンサによって決められる2つのSCR触媒の間を支配する排ガス中のアンモニア濃度の設定値を、第2のSCR触媒の後方の排ガス中の NO_x センサによって決まる NO_x 濃度に従って変更または適合させる点にある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0015】

【特許文献1】欧州特許第EP-B1054722号公報

【特許文献2】国際公開第W02010/062566号公報

【特許文献3】独国特許公開第DE102006051790号公報

【特許文献4】欧州特許公開第EP-A-2317091号公報

【特許文献5】欧州特許公開第EP-A-2317090号公報

【特許文献6】独国特許公開第DE102008043141号公報

【特許文献7】米国特許第US2009/0272099号明細書

【特許文献8】米国特許第US2010/0242440号明細書

【特許文献9】国際公開第W02011/139971号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

本発明が解決しようとする課題は、還元剤としてのアンモニアおよび／またはアンモニアに分解する化合物を最大限可能に準備することによってSCR触媒の理論的に可能な最

10

20

30

40

50

大効率を利用できることを保証し、SCRシステムによるアンモニアの発生を系統的に回避し、かつ、適用の手間とデータ化の手間をできる限り少なくしたことを特徴とする、選択触媒還元によってディーゼルエンジンの排ガスから窒素酸化物を減少させる方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記の課題は、排ガスの流れ方向に下記（１）～（５）：

（１）浄化すべき排ガス中へ還元剤としてアンモニアおよび／またはアンモニアに分解する化合物を添加するための装置；

（２）第１のSCRユニットを形成する１つまたは複数のSCR触媒；

（３）上記第１のSCRユニットの後方の、排ガス中のアンモニア濃度を求めるためのアンモニアセンサ；

（４）上記第２のSCRユニットを形成する１つまたは複数のSCR触媒および／またはアンモニア酸化触媒；

（５）排ガスエンドパイプ中の窒素酸化物（ NO_x ）の濃度を求めるための窒素酸化物センサ（ NO_x センサ）；

を上記順序で有する排ガス後処理システムを用いてディーゼルエンジン排ガス中の窒素酸化物を減少させる方法によって解決される。

本発明方法では、排ガス中に添加すべきアンモニアおよび／またはアンモニアに分解する化合物の量を、上記アンモニアセンサによって求めた第１のSCRユニット後方の排ガス中のアンモニア濃度と、上記 NO_x センサで求めた排ガスエンドパイプ中の窒素酸化物濃度とを用いて調節する。本発明方法は、上記アンモニアセンサと上記 NO_x センサのセンサ信号から、バーチャル NO_x/NH_3 センサの実際値を計算し、それをPI制御器またはPID制御器のための入力量として用い、上記制御器では実際値と所定の目標値とを比較して上記アンモニアおよび／またはアンモニアに分解する化合物の添加量を定めることを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図１】本発明方法を実施するための排ガス後処理システムの構造を示す系統図。

【図２】触媒ハニカムボディ中に垂直または斜め位置に配置できる孔を示す図。

【図３】本発明方法を実施するのに必要な閉ループ制御ステップを有するシステム回路図。

【図４】目標値と実際値との比較を示す図。

【図５】 NA_3 スリップを含む NO_x 比較を示す図。

【図６】添加量と添加量制限との間の関係を示す図。

【図７】関連するSCR触媒温度を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

〔図１〕は本発明方法を実施するための排ガス後処理システムの構造を示す図式図である。エンジンで発生した排ガス（浄化すべき排ガス）は、必要に応じて流入側に配置されるDOCおよび／またはDPFおよび混合パイプを通してSCRユニットへ案内され、そこで浄化すべき排ガス中に含まれる窒素酸化物が尿素水溶液（登録商標AdBlue）からのアンモニアによって還元される。上記SCRユニットは１つまたは複数のSCR触媒から形成される。排ガス温度は上記DOC／DPFと第１のSCRユニットとの間の混合パイプ中で温度センサによって測定される。温度センサの流出側には尿素水溶液の添加装置が配置され、それを用いて所定量の尿素水溶液が浄化すべき排ガス中へ添加される。混合パイプは還元剤の上記添加装置と、必要に応じて用いられる浄化すべき排ガスをより良く均質化するための静的ミキサーとを有し、少なくとも１つのSCR触媒（第１のSCRユニット）、アンモニアセンサおよび少なくとも１つのアンモニア酸化触媒（第２のSCRユニット）はハウジング中に配置されている。

【0020】

本発明の一つの実施形態では、1つまたは複数のSCR触媒を有する第1のSCRユニットと、少なくとも1つのアンモニア酸化センサを有する第2のSCRユニットがハウジング内でスぺーサパイプによって互いに対して空間的に分離されている。このスぺーサパイプ中の中央部には、排ガスを取り出すための斜めに切られた小パイプが配置されている。この小パイプを介して設備から排ガスが取り出され、その上方に位置したアンモニアセンサの測定ヘッドへ送られる。従って、第1のSCRユニット後方の排ガス中のアンモニア濃度を常に確実に検出することができる。浄化すべき排ガスはスぺーサパイプを通過した後にアンモニア酸化触媒を通して案内される。アンモニア酸化触媒の流出側には NO_x センサが配置され、それを用いて排ガス設備の出口に存在する窒素酸化物の残量が求められる。

10

【0021】

本発明の他の実施形態では、アンモニア酸化触媒は、第2のSCRユニット内に設けられた他のSCR触媒の流出側ゾーンとして存在する。この場合もアンモニアセンサの上記配置を原則的に維持することができる。この配置ではアンモニアセンサの後方に補完的に存在するSCR触媒の活性帯域があるので、流入側の第1のSCRユニットでより多量のアンモニアの発生とそれに伴うより高い還元剤の過剰添加ができるという利点がある。それによって流入側のSCRユニットのSCR変換能力を最適に利用することが保証され、排ガス管路端部でアンモニアが発生することを恐れる必要はない。

20

【0022】

また、アンモニアセンサ自体またはセンサへ通じる排ガス取り出し小パイプを、流出側の触媒ハニカムボディの孔の内部でSCR触媒の活性帯域とアンモニア酸化ゾーンとの間の境界面上に取り付けることもできる。この触媒ハニカムボディの孔は[図2]に示すようにハウジング内で触媒ハニカムボディに対して垂直または斜め位置に配置することができる。この場合、流出側に配置された触媒活性のある第2のハニカムボディのSCR触媒活性帯域が第1のSCRユニットの構成要素と見なされる。この配置にすることによってSCR触媒活性な全ゾーンにわたって還元剤の添加を最適に適合させることができる。この場合、SCR触媒活性帯域に最大許容されるアンモニアスリップはアンモニア酸化触媒の効率に合わされる。アンモニア酸化触媒は楕円形の触媒幾何学配置を使用した場合に特に効果的である。

30

【0023】

アンモニアセンサを用い、このアンモニアセンサによって検出されたSCR触媒後方の実際のアンモニア発生量と後段に配置されたアンモニア酸化触媒の効率とを考慮して還元剤の添加量を閉ループ制御することによって、過渡的条件下でも各運転点における最大のSCR効率を常に完全に利用することが可能になる。この場合、還元剤の添加はアンモニアセンサにおいて最大許容されるアンモニア濃度が常に調節されるように行われ、そのアンモニア濃度は、最高で各運転点において発生するアンモニア量がアンモニア酸化触媒またはSCR触媒活性帯域とアンモニア酸化触媒活性帯域とを含むゾーン化された触媒を有する第2のSCRユニットにおいて完全に窒素に変換できるような大きさである。この場合、本発明の閉ループ制御コンセプトでは、アンモニアセンサ信号と排ガスエンドパイプ中に配置された NO_x センサの信号とを合せて適用する。それによってSCR触媒の完全な効率とそれに伴って後方の NO_x センサでの最小量の窒素酸化物を保証する、還元剤の最適添加量が得られる。この場合の閉ループ制御コンセプトおよび本発明方法の本質的な構成要素は、SCR触媒の効率に従って化学量論的に必要とされる正確な還元剤量よりも多い所望の還元剤量を添加することである。従って、流出側に配置されたアンモニアスリップ触媒の後方でアンモニアの発生を観察せずに、第1の流入側のSCRユニットで常に還元剤の過剰添加が実際に達成される。後でさらに正確に説明するように、本発明の閉ループ制御コンセプトでは、第1のSCRユニットでの還元剤の所望量の過剰添加することによってこのユニットの最適な触媒利用が常に保証される、という利点を有している。

40

【0024】

50

さらに、本発明方法を適用することによって、所望の還元剤量を予め調節するためのパイロット制御モデルを完全に省くことができる。従って、例えば、SCR触媒の最大効率またはSCR触媒の貯蔵能力を実験で定める等の知識や制御装置でのデータ化、還元剤添加の有意義なパイロット制御の前提となる複雑な適用作業とデータ化作業を省くことができる。

【0025】

本発明方法では、アンモニアセンサおよび NO_x センサのセンサ信号からバーチャル NO_x/NH_3 センサの実際値を計算する。この場合には先ず NO_x センサ信号を NH_3 信号によって補正する。このステップは、 NO_x センサがアンモニアに対してラテラ（交差）感度を有する必要、すなわち排ガス中に含まれるアンモニアの濃度が NO_x センサの補正なしで付加的な窒素酸化物として出力される必要がある。 NO_x センサ信号の補正は、アンモニアセンサによって示された排ガス中のアンモニア濃度を NO_x センサから出力された窒素酸化物濃度から引き算することによって行われる。それによって排ガスエンドパイプ中の排ガス中の実際の窒素酸化物濃度を表す、補正された NO_x 値 $\text{NO}_x \text{ C o r D S}$ が得られる。その場合えられる値は、定義によって、ゼロより小さくはならず、従って最小値としてゼロに制限される。

10

【0026】

この制限は、第1のSCRユニットと少なくとも1つのアンモニア酸化触媒を含む第2のSCRユニットとの間の排ガス中のアンモニア濃度が、例えば動的なエンジン駆動時に、短時間、排ガスエンドパイプ中で測定された窒素酸化物濃度よりも大きい場合に常に適用される。その場合に発明、既に述べたように、アンモニア酸化触媒を含む第2のSCRユニット前の排ガス中の最大許容されるアンモニア濃度は最大で、各運動点においてアンモニア酸化触媒によって選択的かつ完全に窒素に変換できる高さである。従って、排ガスエンドパイプ中のコントロールされないアンモニア発生を危惧する必要はない。

20

【0027】

次のステップにおいて、排ガスエンドパイプ中の実際の窒素酸化物濃度を表す、得られた値 $\text{NO}_x \text{ C o r D S}$ が、係数（-1）で乗算されて、その場合、値 $[-\text{NO}_x \text{ C o r D S}]$ が得られる。この値は、バーチャル NO_x/NH_3 センサの第1の補正されない出力値（実際値）と見なされ、その場合にバーチャル NO_x/NH_3 センサは、負の領域内では排ガスエンドパイプにおける NO_x 濃度を表し、正の領域内では排ガスエンドパイプ中のアンモニア濃度を表す。 NO_x 検出から NH_3 検出へのバーチャルセンサの移行領域内で、予めデータ化すべきマップを用いて値 $[-\text{NO}_x \text{ C o r D S}]$ の重み付けが行われ、そのマップは、アンモニアセンサによって検出された、第1のSCRユニット後方のアンモニア濃度に依存する。

30

【0028】

値 $[-\text{NO}_x \text{ C o r D S}]$ に乘算すべき重み付け係数は、0と1の間の値をとる。それは、マップから予め与えられ、かつ、第1のSCRユニット後方の排ガス中のアンモニアセンサが、ゼロより大きい、第1の設定された最大許容される値を上回らないアンモニア濃度を検出している間、重みづけ係数が1をとるように、選択される。この第1の設定された最大許容される値は、第2のSCRユニットの前に生じるアンモニア濃度がそのユニット内でエンジンのすべての運動点において選択的かつ完全に窒素に変換できるように、選択されている。この場合において、バーチャル NO_x/NH_3 センサは、補正され、従って実際に存在する排ガスエンドパイプ中の排ガス中の NO_x 濃度を反転して表示する。

40

【0029】

この相では還元剤の添加量は増大されるので、第1のSCRユニット後方のアンモニア濃度が上昇する。過剰添加によって増大された、愛1のSCRユニットの実際の効率に基づいて、排ガスエンドパイプ中の実際の NO_x 濃度値は低下し、バーチャル NO_x/NH_3 センサの実際値はだんだんとゼロへ近づき、補正された値 $[-\text{NO}_x \text{ C o r D S}]$ の重み付けは、だんだんとゼロへ近づく。そして、アンモニアセンサによって検出された、第1のSCRユニット後方の排ガス中のアンモニア濃度が第2の設定された、最大許容される

50

値に達し、あるいはそれを上回った場合に、重み付け係数は値ゼロをとる。この第2の設定された、最大許容される値は、この添加において第2のSCRユニットを通して発生するアンモニア濃度が系統的または法的に設定された限界値を上回らないように、選択されている。すなわち排ガスエンドパイプ中のアンモニアの最大許容される濃度のこの第2の値は、たとえば10ppmであることができ、現在の法律では、エンジンの認可テストにわたって平均のアンモニア排出として許容される値である。排ガスエンドパイプ中の然るべきアンモニア濃度を上回った場合に、システム内に存在するPI制御器またはPID制御器がそれに応じて、添加された還元剤量の量が撤回されるようにする。

【0030】

このようにして形成された、バーチャル NO_x/NH_3 センサの実際値は、PI制御器またはPID制御器に実際値設定として用いられる。

10

【0031】

制御器の目標値として、好ましくは、第1のSCRユニット後方の排ガス中の最大許容されるアンモニア濃度が設定され、その場合に目標値は、この場合においてゼロより大きい値をとる。

【0032】

同様に、目標値として、排ガスエンドパイプ中の最大許容される NO_x 濃度を選択することができる。この場合においては、目標値は負の値を有することになる。この場合において、第1のSCRユニット後方の排ガス中の最大許容されるアンモニア濃度の制限は、バーチャル NO_x/NH_3 センサの実際値を計算するための設定によって保証されている。制御器の目標値がゼロに等しく設定された場合に、これは、第1と第2のSCRユニットの間のアンモニアスリップと同じ意味となる。第1のSCRユニットの過剰添加とそれに伴っていつでも十分な還元剤供給は、この場合においてはもはや保証されなくなる。すなわち、特にSCR触媒の温度が低下し、それに伴って物理的なアンモニア貯蔵器容量が増大する駆動相において、添加された還元剤は少なくとも割合に応じてアンモニア貯蔵器を充填するために使用される。その結果、部分的に最適のSCR効率になる。さらに、バーチャル NO_x/NH_3 センサの実際値領域内の挙動が、結果として制御器とそれに伴って還元剤添加のより大きい変動をもたらす。

20

【0033】

PI制御器またはPID制御器の目標値は、第1のSCRユニットおよび場合によっては第2のSCRユニットの排ガスの空間速度と、第1のSCRユニットおよび場合によっては第2のSCRユニットの平均温度とに従って設定するのが特に好ましい。このような設定はマップの形式で行うのが好ましい。この設定方法ではエンジンのデータ化を種々のエンジンバリエーションにほとんど関係なく行うことができるという利点を有している。ただ、例えば、もともと制御装置内で検出される燃料噴射量に関連して吸気内の空気質量流を用い、かつ／または、排ガス質量流センサを用いての制御装置内での排ガス質量流の検出と排ガス温度を検出することは必要である。その後、排ガスの空間速度を計算するために、第1のSCRユニットと場合によっては第2のSCRユニットの触媒体積のみがデータ化される。

30

【0034】

第1のSCRユニットおよび第2のSCRユニットの平均温度の決定は、第1のSCRユニットと第2のSCRユニットの前と後ろの温度センサを使用するか、制御装置内に格納されている温度モデルに関連して第1のSCRユニットに対して流入側の1つまたは複数の温度センサを使用して行うことができる。この場合の温度モデルは、センサ信号、排ガス質量流および排ガス後処理システムの幾何学配置と熱容量からSCRユニット内の平均温度を計算する。

40

【0035】

PI制御器またはPID制御器のための他の入力量として、好ましくは比例成分、積分成分および微分成分とアンモニアおよび／またはアンモニアに分解する化合物のための最大可能な添加量が設定される。これらの入力量も、好ましくは、第1のSCRユニットと

50

場合によっては第2のSCRユニットに関する排ガスの空間温度および第1のSCRユニットと場合によっては第2のSCRユニットの平均の温度に依存する。

【0036】

制御器速度を改良するために、PI制御器またはPID制御器は、好ましくはいわゆる「ウィンドウ機能」を搭載している。この機能において、目標値から実際値を引いた差が設定された閾値を上回り、あるいは下回った場合に、制御器の比例成分、積分成分および場合によっては微分成分をパラメータ化可能な増幅係数で乗算する。増幅係数は、目標値への制御が加速されるように、選択される。

【0037】

〔図3〕は本発明方法を実施するのに必要な上記制御ステップのシステム回路図を示す。

10

【0038】

本発明方法を適用することによって、従来のシステムに付加的に使用される、SCR触媒の流入側の NO_x センサと、このセンサの補正に必要な、SCR触媒前の排ガス最終圧力センサは、省くことができる。さらに、本発明方法は、そうでない場合には診断目的のために一般的な、還元剤タンク内の尿素品質センサを使用することなしに、使用される還元剤溶液の品質を管理する可能性を提供する。還元剤溶液の濃度のわずかな変動は、バーチャル NO_x/NH_3 センサによって還元剤添加量を追加制御することで補償できる。還元剤溶液の顕著な濃度不足は、アンモニアセンサと流出側に配置された NO_x センサとの間の蓋然性比較によって困難なしで検出することができる。すなわち、この場合、アンモニアセンサは、還元剤添加を予め定められた限界値を超えて高め、流出側に配置された NO_x センサは、推定上の還元剤添加にもかかわらず、排ガス中の著しく高すぎる NO_x 値を検出する。

20

【0039】

さらに、本発明方法を適用する場合に、排ガスエンドパイプ中に使用される NO_x センサを、排ガス還流システムを閉ループ制御するために使用するのが効果的である。この本発明方法ではSCRシステムの可能な限り最高の効率が、排ガス還流率の最適化された設計とそれに伴ってエンジンの生排出内に可能な限り最高の NO_x /煤比で達成できる。従って、前置されたディーゼル粒子フィルタを有する排ガス浄化システム内で NO_x による最適な受動的煤生成率を保証することができる。同時に、エンジンの出力を最適化しながら、燃料消費最適化が可能である。

30

【0040】

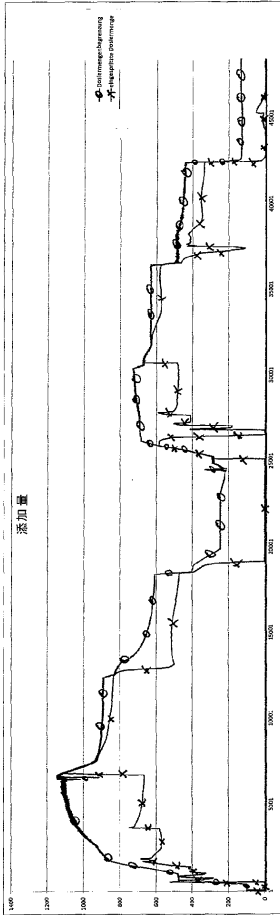
アンモニアセンサと排ガスエンドパイプ中の NO_x センサの信号が、バーチャル NO_x/NH_3 センサにまとめられ、それが噴射すべき還元剤量を制御するPI制御器またはPID制御器のための実際値を供給する、本発明方法は、SCRシステムがエンジンの動的駆動時でも常に最適条件下で駆動されるのを保証する。それによって、たとえば触媒の老化に基づく、あるいは構成要素変動（たとえば添加弁の精度、ポンプ圧の変動）に基づく、短時間の誤添加は制御によって完全に除くことができる。

【0041】

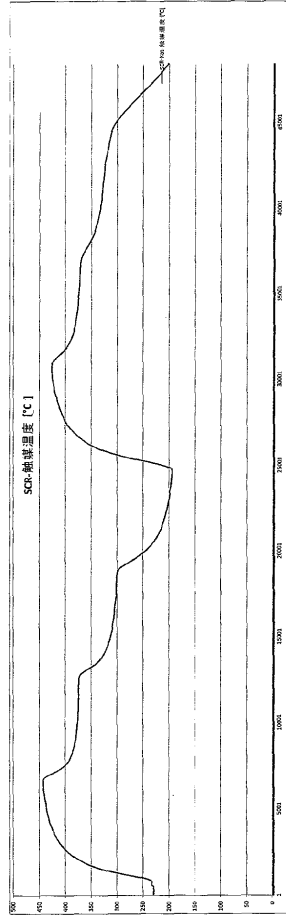
〔図4〕から〔図7〕は、本発明に基づいた車両またはディーゼルエンジンを有する装置の基準走行の例を示している。〔図4〕は目標値と実際値との比較を示す図であり、〔図5〕は NA_3 スリップを含む NO_x 比較を示す図であり、〔図6〕は添加量と添加量制限との間の関係を示す図であり、〔図7〕は関連するSCR触媒温度を示す図である。

40

【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
B 0 1 D 53/94 (2006.01)	B 0 1 D 53/90		
	B 0 1 D 53/94	2 2 2	
	B 0 1 D 53/94	2 2 8	
	B 0 1 D 53/94	4 0 0	

審査官 首藤 崇聡

(56)参考文献 特開2009-156229 (JP, A)
特開平06-000335 (JP, A)
特開2009-281350 (JP, A)
国際公開第2010/095221 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 N	3 / 0 8
B 0 1 D	5 3 / 8 6
B 0 1 D	5 3 / 9 0
B 0 1 D	5 3 / 9 4
F 0 1 N	3 / 2 4
F 0 1 N	3 / 2 8