

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7314830号
(P7314830)

(45)発行日 令和5年7月26日(2023.7.26)

(24)登録日 令和5年7月18日(2023.7.18)

(51)国際特許分類	F I
F 0 1 N 3/08 (2006.01)	F 0 1 N 3/08 B
F 0 1 N 3/20 (2006.01)	F 0 1 N 3/20 N
	F 0 1 N 3/20 V

請求項の数 3 (全18頁)

(21)出願番号	特願2020-21943(P2020-21943)	(73)特許権者	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22)出願日	令和2年2月12日(2020.2.12)	(74)代理人	100121821 弁理士 山田 強
(65)公開番号	特開2021-127713(P2021-127713 A)	(74)代理人	100139480 弁理士 日野 京子
(43)公開日	令和3年9月2日(2021.9.2)	(74)代理人	100125575 弁理士 松田 洋
審査請求日	令和4年5月19日(2022.5.19)	(74)代理人	100175134 弁理士 北 裕介
		(72)発明者	瀧澤 健介 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式 会社デンソー内
		(72)発明者	梶野 剛延

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 排気浄化システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関(20)からの排気中の所定成分を浄化する排気浄化システム(10)であつて、

前記内燃機関の排気管内に設置され、アンモニアを還元剤として前記排気中の窒素酸化物を還元反応により浄化する選択還元触媒を含む選択還元触媒層(30)と、

前記排気管内の前記選択還元触媒層の下流側に設置され、前記排気中の窒素酸化物を浄化する浄化触媒を含む浄化触媒層(32a)と、

前記選択還元触媒層にアンモニア源を供給する還元剤供給装置(61)と、

前記内燃機関からの排気の一部を、前記選択還元触媒層を迂回して前記浄化触媒層に通過させることにより前記選択還元触媒層に流入する排気量である触媒側排気量を調整する流量調整機構(40, 41)と、

制御装置(50)と、を備え、

前記制御装置は、

前記選択還元触媒層の温度情報が、前記選択還元触媒層の温度が所定の温度閾値よりも高いことを示す場合に、前記触媒側排気量を低減するように前記流量調整機構を制御する排気量制御部(54)と、

前記排気量制御部により前記触媒側排気量を低減する制御が実行された場合に、前記選択還元触媒層にアンモニア源を供給するように前記還元剤供給装置を制御する還元剤制御部(57)と、を備える排気浄化システムであつて、

10

20

前記流量調整機構は、前記選択還元触媒層の上流側と、前記選択還元触媒層の下流側かつ前記浄化触媒層の上流側とを接続するバイパス路（４１）を含み、
 前記制御装置は、前記選択還元触媒層の温度情報に基づいて、前記バイパス路に流入する排気量であるバイパス側排気量を算出するバイパス量算出部（５３）を備え、
 前記バイパス量算出部は、前記選択還元触媒層の温度情報が、前記選択還元触媒層の温度が所定の温度閾値よりも高いことを示す場合に、前記選択還元触媒層の温度が高いほど前記バイパス側排気量を増加し、
 前記排気量制御部は、前記バイパス側排気量の増加に応じて前記触媒側排気量を低減し、前記触媒側排気量を、前記選択還元触媒層にアンモニア源を輸送するために必要な排気量である輸送排気量以上に制御する、排気浄化システム。

10

【請求項２】

前記制御装置は、
 前記選択還元触媒層に吸着されたアンモニアの量である推定吸着量を推定する吸着量推定部（５５）と、
 前記選択還元触媒層に吸着させるアンモニアの目標量である目標吸着量を算出する目標吸着量算出部（５６）と、をさらに備え、
 前記還元剤制御部は、前記推定吸着量が前記目標吸着量よりも少ない場合に、前記選択還元触媒層に前記アンモニア源を供給する請求項１に記載の排気浄化システム。

【請求項３】

前記吸着量推定部は、前記還元剤供給装置から供給されたアンモニア量の総和と、前記選択還元触媒層が消費するアンモニア量の総和とに基づいて、前記推定吸着量を推定する請求項２に記載の排気浄化システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、内燃機関の排気を浄化する排気浄化システムに関する。

【背景技術】

【０００２】

選択還元（Selective Catalytic Reduction：SCR）触媒は、内燃機関の排気に含まれる窒素酸化物（NO_x）等の浄化に用いられる代表的なNO_x浄化触媒の１つとして知られている。SCR触媒には、NO_xを浄化するための還元剤としてアンモニア（NH₃）等が供給される。特許文献１には、アンモニア吸着能力の相違するSCR触媒を備えた２つの触媒層が並列に接続されて排気通路に配置された排気浄化装置が開示されている。この排気浄化装置では、アンモニアがSCR触媒の下流側に流出することを抑制するために、排気温度に応じて、２つの触媒層に流入する排気量を調整する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【文献】特開２０１０－１８５４３４号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

SCR触媒においてNO_x浄化反応の触媒反応を促進するためには、還元剤として供給されるアンモニアがSCR触媒に吸着する吸着量を確保することが求められる。SCR触媒の触媒温度が高くなると、SCR触媒におけるアンモニアの吸着量は低下する。このため、内燃機関が運転されてSCR触媒の触媒温度が上昇した後に、内燃機関が停止して、SCR触媒の触媒温度が十分に低下しないうちに還元剤の供給が停止されると、SCR触媒におけるアンモニアの吸着量は低い状態のままSCR触媒の触媒温度が低下する。内燃機関が停止した後、次の起動時に冷間始動される場合には、SCR触媒の触媒温度が低

50

くアンモニアの吸着量が低い状態で、内燃機関が運転を開始するため、 NO_x の還元反応の反応速度を高くすることが困難となり、 NO_x 浄化率を十分に高くすることができないことが懸念される。

【0005】

上記に鑑み、本発明は、内燃機関の起動時に NH_3 の吸着量の不足に起因して NO_x の浄化率が低下することを抑制する技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、内燃機関からの排気中の所定成分を浄化する排気浄化システムを提供する。この排気浄化システムは、前記内燃機関の排気管内に設置され、アンモニアを還元剤として前記排気中の窒素酸化物を還元反応により浄化する選択還元触媒を含む選択還元触媒層と、前記排気管内の前記選択還元触媒層の下流側に設置され、前記排気中の窒素酸化物を浄化する浄化触媒を含む浄化触媒層と、前記選択還元触媒層にアンモニア源を供給する還元剤供給装置と、前記内燃機関からの排気の一部を、前記選択還元触媒層を迂回して前記浄化触媒層に通過させることにより前記選択還元触媒層に流入する触媒側排気量を調整する流量調整機構と、制御装置と、を備える。前記制御装置は、前記選択還元触媒層の温度情報が、前記選択還元触媒層の温度が所定の温度閾値よりも高いことを示す場合に、前記触媒側排気量を低減するように前記流量調整機構を制御する排気量制御部と、前記排気量制御部により前記触媒側排気量を低減する制御が実行された場合に、前記選択還元触媒層にアンモニア源を供給するように前記還元剤供給装置を制御する還元剤制御部と、を備える。

10

20

【0007】

本発明の排気浄化システムによれば、制御装置は、選択還元触媒層（以下、本明細書ではSCR触媒層と称することがある）の温度情報が、SCR触媒層の温度が所定の温度閾値よりも高いことを示す場合には、排気量制御部により、触媒側排気量を低減する。このため、排気熱量が低減されてSCR触媒層の温度をアンモニアの吸着に適した低い温度に制御することができる。さらに、排気量制御部は、流量調整機構を制御して、SCR層を迂回して浄化触媒層に通過させることにより、触媒側排気量を低減する。このため、SCR層を迂回した排気も浄化触媒層によって浄化され、排気浄化システムから排出される排気における NO_x 浄化率の低下を抑制できる。また、排気量制御部により前記触媒側排気量を低減する制御が実行された場合に、還元剤制御部により、SCR触媒層にアンモニア源を供給するように還元剤供給装置を制御する。このため、SCR触媒層の温度をアンモニアの吸着に適した低い温度に制御した状態で、アンモニア源を供給することができる。その結果、供給したアンモニア源が、確実にSCR触媒層におけるアンモニアの吸着量の増加に寄与するように制御できる。すなわち、上記の排気浄化システムによれば、内燃機関の運転中などの排気温度が高い場合にも、排気浄化システム全体を通しての NO_x 浄化率の低下を抑制しながら、上流側に配置されたSCR触媒層の温度を低温に制御してSCR触媒層におけるアンモニアの吸着量を確保できる。このため、内燃機関の運転中に、任意に、次回の内燃機関の起動時に備えて、SCR触媒層にアンモニアを十分に吸着させることができる。その結果、次回の内燃機関の起動時には、SCR触媒層におけるアンモニア吸着量が確保された状態で排気浄化システムを起動でき、SCR触媒層におけるアンモニアの吸着量の不足に起因して NO_x の浄化率が低下することを抑制することができる。特に、冷間始動時などの各触媒層の温度を上げて NO_x 還元反応の反応速度を速くすることが困難な場合でも、アンモニアの吸着量を確保することにより NO_x の還元反応の反応速度を速くすることができる。

30

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施形態に係る排気浄化システムの概略図。

【図2】実施形態に係る内燃機関の排気浄化処理のフローチャート。

【図3】上流側のSCR触媒層における触媒側排気量およびバイパス側排気量の触媒温度

50

依存性を示す図。

【図4】上流側のSCR触媒層におけるNH₃の吸着量と触媒温度との関係を示す図。

【図5】変形例に係る排気浄化システムの一部を示す概略図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

(第1実施形態)

図1に示すように、車両の排気浄化システム10は、車両に搭載され、第1触媒層30と、第2触媒層31と、第3触媒層32と、流量制御弁40と、バイパス路41と、ECU50と、還元剤供給装置とを備えている。バイパス路41は、第1触媒層30をバイパスする管路である。排気浄化システム10は、内燃機関20から排出される排気を第1触媒層30またはバイパス路41に流通させ、その後、第2触媒層31と、第3触媒層32とに流通させることにより、排気中に含まれる所定成分を浄化可能なシステムとして構成されている。

10

【0010】

内燃機関20は、ディーゼルエンジンであり、吸気管11から吸入した空気は、過給装置13によって圧縮されて内燃機関20の燃焼室内に吸入され、この燃焼室内において、燃料噴射弁から噴射された燃料とともに燃焼に供される。

【0011】

過給装置13は、吸気管11に配置された吸気コンプレッサ14と、排気管12に配置された排気タービン15と、吸気コンプレッサ14と排気タービン15とを連結する回転軸16とを備えている。内燃機関20からの排気により排気タービン15が回転されると、その回転に伴い吸気コンプレッサ14が回転され、吸気の過給が行われる。

20

【0012】

排気管12には、上流側から下流側に向かって、流量制御弁40、第1触媒層30、第2触媒層31、第3触媒層32がこの順序で配置されている。排気管12は、上流から順に、第1排気管部42と、第2排気管部43と、第3排気管部44と、第4排気管部45とを備えている。第1排気管部42は、排気管12のうち、流量制御弁40と第1触媒層30の入口との間となる部分である。第2排気管部43は、排気管12のうち、第1触媒層30の出口と第2触媒層31の入口との間となる部分である。第3排気管部44は、排気管12のうち、第2触媒層31の出口と第3触媒層32の入口との間となる部分である。第4排気管部45は、排気管12のうち、第3触媒層32の出口よりも下流となる部分である。図示していないが、車両の外部に排気を排出する排気口は、第4排気管部45よりも下流側に配置されている。排気管12の第1排気管部42には、入口NO_xセンサ21が設けられている。入口NO_xセンサ21は、第1触媒層30に流入する排気中のNO_x量を濃度として検出する。

30

【0013】

バイパス路41は、流量制御弁40と第2排気管部43とを接続する位置で、排気管12に対して接続されている。バイパス路41は、第1触媒層30の入口側と出口側とにおいて排気管12に接続されている。

【0014】

流量制御弁40は、内燃機関20からの排気を第1触媒層30とバイパス路41とに分配して流通させる。内燃機関20からの排気は、第1触媒層30のみに分配されてもよいし、第1触媒層30とバイパス路41との双方に分配されてもよい。なお、後述する図2に示す内燃機関20の排気浄化処理においては実行されない制御ではあるが、流量制御弁40は、内燃機関20からの排気をバイパス路41のみに分配して第1触媒層30に分配する排気量を零にするように制御可能に構成されている。

40

【0015】

第1触媒層30は、車両において、内燃機関20に近接して設置されるc/c(close-coupled:エンジン近接)触媒層である。第2触媒層31および第3触媒層32は、車体の床下部に設置されるu/f(under-floor:車体床下)触媒層

50

である。c / c触媒層は、内燃機関20に近接して配置されるため、内燃機関20の運転時には、u / f触媒層よりも高温化し易い傾向がある。

【0016】

第1触媒層30は、選択還元触媒（SCR触媒）を含む選択還元触媒層（SCR触媒層）である。第1触媒層30には、第1触媒層30の温度を検出する第1触媒温度センサ22が設けられている。SCR触媒は、還元剤により選択的にNO_xを還元する触媒である。SCR触媒においては、NO_x（NO，NO₂）は、還元剤によりN₂に還元される。SCR触媒において還元剤として用いられる物質の代表例としては、NH₃、炭化水素（HC）、H₂、アルデヒド類（RCHO）を挙げることができるが、排気浄化システム10では、第1触媒層30は、NH₃を還元剤として用いるSCR触媒層として構成されている。NH₃を還元剤として用いる場合には、アンモニア源としての尿素水等が排気管12に供給され、排気管12内でNH₃が生成される。

10

【0017】

SCR触媒としては、例えば、金属酸化物、セラミックス等の担体と、貴金属または卑金属の活性種とを含む触媒が知られている。より具体的には、還元剤としてNH₃を用いるSCR触媒の具体例として、銅（Cu）や鉄（Fe）等をカチオン種として含むZSM5等のゼオライト触媒を例示できる。

【0018】

第2触媒層31は、主として排気中の窒素酸化物（NO_x）以外の成分を浄化する機能を有する浄化触媒を備えた非NO_x浄化触媒層である。例えば、排気中の未反応燃料や粒子成分を浄化する機能を有する触媒を第2触媒層31に用いることができる。第2触媒層31に用いられる触媒の具体例としては、ディーゼル酸化触媒（Diesel Oxidation Catalyst：DOC）を含む酸化触媒層（DOC層）や、ディーゼル微粒子捕集フィルタ（Diesel Particulate Filter；DPF）等を挙げることができる。

20

【0019】

DOCは、排気に含まれる粒子状物質（Particulate matter：PM）中の可溶有機成分（Soluble Organic Fraction：SOF）や、排気中のCO及びHCを酸化する触媒である。DOCとしては、例えば、金属酸化物等の担体と、貴金属または卑金属の活性種とを含む触媒が用いられている。DOCの代表例としては、Pt，Pd等の貴金属触媒をアルミナやゼオライトに担持した触媒を例示できる。排気管12に配置する場合には、コーゼライトまたはSiC（炭化ケイ素）を材料とするハニカム構造の担体にPt，Pdを担持した形態で用いられることが多い。

30

【0020】

DPFは、排気中の粒子状成分を浄化する触媒を備えた粒子捕集フィルタである。DPFとしては、例えば、金属酸化物等の担体と、貴金属または卑金属の活性種とを含む触媒が用いられている。DPFの代表例としては、Pt，Pd等の貴金属触媒をコーゼライトまたはSiCを材料とするハニカム構造の担体に担持した触媒を例示できる。DPFは、排気中の粒子状物質（Particulate Matter：PM）をろ過して捕集する。本実施形態では、図1に示すように、上流側に配置されたDOC層31aと、下流側に配置されたDPF層31bとによって、第2触媒層31が構成されている場合を例示して説明する。

40

【0021】

第3触媒層32は、排気中のNO_xを還元反応により浄化するNO_x浄化触媒を含むNO_x浄化触媒層32aを備えている。第3触媒層32は、必要に応じて、NO_x浄化触媒層32aの下流側に、還元剤除去層32bを備えるように構成することができる。NO_x浄化触媒層32aには、NO_x浄化触媒層32aの温度を検出する第2触媒温度センサ23が設置されている。NO_x浄化触媒としては、SCR触媒、LNT（Lean NO_x Trap）触媒等を例示することができる。なお、NO_x浄化触媒層32aにおいてNO_x浄化触媒としてSCR触媒を用いる場合には、第1触媒層30と共通の還元剤を利用可

50

能な触媒を用いることが好ましい。第1触媒層30とNO_x浄化触媒層32aとについて還元剤供給装置を一部共有化でき、排気浄化システム10の構成を簡略化できる。

【0022】

LNT触媒は、内燃機関20の通常運転時はNO_xを触媒上に吸着させ、時折、リッチスパイク（燃料を多めに噴射すること）により、排出ガス中の酸素（O₂）を低減させ、かつ、一酸化炭素（CO）、炭化水素（HC）等を増加させる。そして、吸着したNO_xと反応させて窒素に還元する。LNT触媒としては、例えば、金属酸化物、セラミックス等の担体と、貴金属または卑金属の活性種と、NO_x吸着種とを含む触媒が用いられている。より具体的には、LNT触媒の具体例として、Pt, Pd, Rh等の貴金属種と、NO_x吸着種としてのバリウム（Ba）やセリウム（Ce）を含む触媒を例示できる。LNT触媒の別称としては、NSR（NO_x Storage Reduction）触媒、NAC（NO_x Absorption Catalyst）、DPNR（Diesel Particulate-NO_x Reduction）触媒等を挙げることができる。本明細書においては、LNT触媒という用語は、上記別称で称される各触媒を含む意味で用いる。

10

【0023】

還元剤除去層32bとしては、NO_x浄化触媒層32aにおいて利用されず通過した還元剤を除去するための触媒を備えた触媒層が配置される。例えば、NO_x浄化触媒層32aとしてNH₃を還元剤とするSCR触媒を用いる場合には、アンモニアスリップ触媒（ammonia slip catalyst; ASC）を還元剤除去層32bの触媒として用いることが好ましい。ASCは、酸化触媒であり、主に、NH₃がSCR触媒をスリップして（すり抜けて）外気中に放出されることを抑制する目的で設置される。ASCにおいて、NH₃は、N₂やH₂O、NO_xに変換される。本実施形態では、以下、NO_x浄化触媒層32aとしてSCR触媒を用い、還元剤除去層32bとしてASCを用いた場合を例示して説明する。

20

【0024】

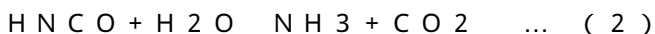
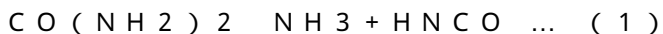
還元剤供給装置は、第1触媒層30等においてアンモニア源を供給する。アンモニア源は、NH₃自体であってもよいし、尿素水等の化学反応等によりNH₃を生成する物質であってもよい。これら還元剤供給装置は、排気管12に接続されたインジェクタ61、62を備えている。図示を省略しているが、還元剤供給装置は、アンモニア源としての尿素水を貯蔵するタンクと、タンクからインジェクタ61、62に尿素水を供給するためのポンプ等を備えている。還元剤供給装置は、インジェクタ61、62から、尿素水を排気管12内に噴射することができる。

30

【0025】

インジェクタ61、62から排気管12内に供給された尿素水は、その液滴が排気管12の内壁面等に衝突して微細化し、もしくは、壁面に付着して蒸発する。その後、下記式（1）に示す熱分解反応、下記式（2）に示す加水分解により、還元剤としてのNH₃を生成する。

【0026】

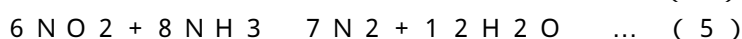
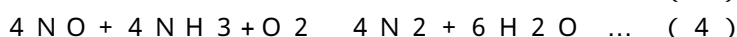
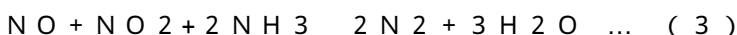


40

【0027】

NH₃が生成されることにより、第1触媒層30およびNO_x浄化触媒層32aにおいて、SCR触媒により、NH₃を還元剤として下記式（3）～（5）に示す触媒反応が起こる。なお、下記式（3）は、Fast反応、式（4）はStandard反応、式（5）はSlow反応と呼ばれる。

【0028】



50

【 0 0 2 9 】

なお、排気浄化システム 1 0 における NO_x の浄化率 Y_r (%) は、内燃機関 2 0 から排出される排気中の NO_x 量を入口 NO_x 量 N_i とし、第 3 触媒層 3 2 から流出する排気中の NO_x 量を出口 NO_x 量 N_o とした場合、下記式 (6) により算出できる。

【 0 0 3 0 】

$$Y_r (\%) = 100 \times (N_i - N_o) / N_i \dots (6)$$

【 0 0 3 1 】

NO_x の浄化率 Y_r は、排気中に含まれる各成分の成分量の検出値または推定値を取得し、取得した検出値または推定値に基づいて、推定できる。各成分の成分量は、各種センサによって検出された検出値であってもよいし、その成分量に関係する他のパラメータ等

10

【 0 0 3 2 】

ECU 5 0 は、CPU、ROM、RAM 等を含むマイクロコンピュータを主体として構成された電子制御ユニットであり、ROM に記憶された各種の制御プログラムを実行することで、前述した各種センサの検出信号に基づいて、内燃機関 2 0 および排気浄化システム 1 0 の各種制御を実行する。ECU 5 0 は、内燃機関 2 0 の燃焼制御を実行するとともに、流量制御弁 4 0 を制御し、インジェクタ 6 1, 6 2 からの還元剤供給量を制御する制御装置としての機能を有する。入口 NO_x センサ 2 1、第 1 触媒温度センサ 2 2、第 2 触媒温度センサ 2 3 の検出値は、ECU 5 0 に出力される。

【 0 0 3 3 】

ECU 5 0 は、温度情報取得部 5 1 と、記憶部 5 2 と、バイパス量算出部 5 3 と、排気量制御部 5 4 と、吸着量推定部 5 5 と、目標吸着量算出部 5 6 と、還元剤制御部 5 7 と、を備えている。

20

【 0 0 3 4 】

温度情報取得部 5 1 は、第 1 触媒層 3 0 の温度情報および NO_x 浄化触媒層 3 2 a の温度情報を取得する。各触媒層の温度情報とは、各触媒層の温度や、温度に関連する他のパラメータを意味し、例えば、各触媒層の昇温開始時からの経過時間、内燃機関 2 0 の暖機の完了、内燃機関 2 0 の冷却戻り水の水温、内燃機関 2 0 の始動時からの燃料消費量、経過時間、走行距離等を挙げることができる。

【 0 0 3 5 】

具体的には、温度情報取得部 5 1 は、第 1 触媒層 3 0 の温度情報として第 1 触媒温度センサ 2 2 の検出値を用い、 NO_x 浄化触媒層 3 2 a の温度情報として第 2 触媒温度センサ 2 3 の検出値を用いてもよいし、第 1 触媒層 3 0 の温度または NO_x 浄化触媒層 3 2 a の温度に関連する他のパラメータを温度情報として取得してもよい。温度情報取得部 5 1 は、温度情報を推定してもよい。例えば、第 1 触媒層 3 0 の上流または下流に位置する第 1 排気管部 4 2 や第 2 排気管部 4 3 に温度センサが設置されている場合には、その検出値に基づいて第 1 触媒層 3 0 の温度を推定し、温度情報として用いてもよい。または、内燃機関 2 0 の回転速度や負荷等の燃焼状態に基づいて、内燃機関 2 0 からの排気の温度を推定し、この排気温度に基づいて第 1 触媒層 3 0 の温度を推定し、温度情報として用いてもよい。

30

【 0 0 3 6 】

記憶部 5 2 は、温度情報取得部 5 1 により取得された温度情報を記憶することができる。例えば、入口 NO_x センサ 2 1、第 1 触媒温度センサ 2 2、第 2 触媒温度センサ 2 3 の検出値を記憶する。また、バイパス量算出部 5 3、排気量制御部 5 4、吸着量推定部 5 5、目標吸着量算出部 5 6、還元剤制御部 5 7 において算出された各種の算出値等を記憶することができる。ECU 5 0 には、上記の検出値や算出値の他に、予め実験やシミュレーションで求めた各種パラメータの関係を示すマップや数式等が記憶されている。

40

【 0 0 3 7 】

バイパス量算出部 5 3 は、第 1 触媒層 3 0 の温度情報に基づいて、バイパス路 4 1 に流入する排気量であるバイパス側排気量 B を算出する。より具体的には、第 1 触媒層 3 0 の

50

温度情報が、第1触媒層30の温度 T_1 が所定の温度閾値 X_1 よりも高いことを示す場合に、第1触媒層30の温度 T_1 が高いほどバイパス側排気量 B を増加させるように構成されている。

【0038】

温度閾値 X_1 は、排気浄化システム10の次の起動時に第1触媒層30に確保すべき NH_3 の吸着量に基づいて、設定することができる。例えば、冷間始動時に要求された NO_x 浄化率を達成するために必要な必要 NH_3 吸着量を求め、第1触媒層30における飽和吸着量が必要 NH_3 吸着量よりも高くなるような温度を温度閾値 X_1 として設定し、ECU50に記憶させてもよい。必要 NH_3 吸着量は、上記式(3)～(5)に示す反応式から得られる量論比等に基づいて算出できる。

10

【0039】

バイパス側排気量 B は、例えば、第1触媒層30の現在の温度 T_1 と、温度閾値 X_1 との差に基づいて設定することが好ましい。例えば、温度差($T_1 - X_1$)が大きいほど、バイパス側排気量 B の割合を大きくしてもよい。バイパス量算出部53は、ECU50に予め記憶された、第1触媒層30の温度 T_1 とバイパス側排気量 B との関係を示すマップ等に基づいて、バイパス側排気量 B を算出できる。

【0040】

排気量制御部54は、内燃機関20の運転中において、第1触媒層30の温度情報が、第1触媒層30の温度 T_1 が所定の温度閾値 X_1 よりも高いことを示す場合に、バイパス量算出部53により算出されたバイパス側排気量 B に基づいて、触媒側排気量 V を低減するように流量制御弁40を制御する。内燃機関20から排出される排気量 E は、触媒側排気量 V とバイパス側排気量 B との総和である($E = V + B$)ため、バイパス側排気量 B を決定することにより、触媒側排気量 V も決定される。排気量制御部54は、例えば、バイパス側排気量 B と、触媒側排気量 V とに基づいて、分配比(B/V)を算出し、分配比(B/V)によって流量制御弁40を制御してもよい。なお、触媒側排気量 V は、第1触媒層30にアンモニア源を輸送するために必要な排気量である輸送排気量 V_{\min} 以上に制御されることが好ましい。

20

【0041】

排気量制御部54によって、内燃機関20の運転中に触媒側排気量 V を低減することにより、内燃機関20からの排気が高温であっても、第1触媒層30に排気から供給される熱量を低減することができ、第1触媒層30の温度を低下させることができる。また、バイパス側排気量 B は、第1触媒層30を通過しないで第2触媒層31および第3触媒層32に流入するが、内燃機関20からの排気が高温の場合には、第2触媒層31および第3触媒層32の温度も高温であり、触媒活性が高い状態である。このため、第2触媒層31および第3触媒層32によって、バイパス路41を通過した排気中の NO_x を十分に浄化することができる。

30

【0042】

排気量制御部54は、第2触媒層31や、第3触媒層32における触媒の活性化状態に基づいて、バイパス量算出部53により算出されたバイパス側排気量 B に関わらず、バイパス側排気量 B および触媒側排気量 V を制御可能に構成されていてもよい。例えば、バイパス量算出部53により、バイパス側排気量 B を増加する算出結果が得られていても、 NO_x 浄化触媒層32aの NO_x 浄化触媒が低活性の状態である場合には、バイパス側排気量 B を増加することを禁止してもよい。 NO_x 浄化触媒層32aにおける NO_x 浄化触媒は、その温度情報に基づいて、推定することができる。具体的には、例えば、 NO_x 浄化触媒層32aに含まれる NO_x 浄化触媒の活性化温度を温度閾値 Y_1 として用いて、 NO_x 浄化触媒層32aの温度情報が、 NO_x 浄化触媒層32aの温度が温度閾値 Y_1 よりも低いことを示す場合に、バイパス側排気量 B を増加することを禁止してもよい。そして、 NO_x 浄化触媒層32aの温度情報が、 NO_x 浄化触媒層32aの温度が温度閾値 Y_1 以上となった場合に、禁止を解除し、バイパス側排気量 B を増加することを許可してもよい。

40

【0043】

50

排気量制御部 54 は、内燃機関 20 の通常運転時には、内燃機関 20 の運転状態や、各触媒層の活性化状態に応じて、適宜、触媒側排気量 V とバイパス側排気量 B との分配比を制御してもよい。例えば、内燃機関 20 の通常運転時には、バイパス側排気量 B を零に制御する通常モードの制御を実行し、第 1 触媒層 30 に NH₃ を吸着させる要求があった場合等に、第 1 触媒層 30 の温度情報に基づいて、触媒側排気量 V を低減し、バイパス側排気量 B を増加する吸着モードの制御を実行するように構成されていてもよい。例えば、排気量制御部 54 は、内燃機関 20 の停止指令時など、内燃機関 20 が運転を停止することが指示または推定される場合に、通常モードから吸着モードに切り替えて、停止指令後から内燃機関 20 が実際に停止されるまでの間に吸着モードでの制御を実行してもよい。また、例えば、排気量制御部 54 は、第 1 触媒層 30 における NH₃ 吸着量が所定の閾値よりも低減したことが検出または推定される場合に、通常モードから吸着モードに切り替え、その後、NH₃ 吸着量が所定の閾値以上まで回復した場合に、吸着モードから通常モードに切り替えてもよい。

10

【0044】

排気量制御部 54 は、実際の触媒側排気量 V とバイパス側排気量 B について検出値または推定値を取得し、流量制御弁 40 のフィードバック制御を実行可能に構成されていてもよい。実際の触媒側排気量 V とバイパス側排気量 B は、例えば、バイパス路 41、第 1 排気管部 42、第 2 排気管部 43 に流量センサを設置し、その検出値を実測値として用いてもよい。または、内燃機関 20 からの排気量の検出値または推定値と、流量制御弁 40 の分配比とに基づいて、実際の触媒側排気量 V とバイパス側排気量 B とを推定してもよい。なお、内燃機関 20 からの排気量は、内燃機関 20 に供給される空気の流量を検出するエアフローセンサの検出値および内燃機関 20 の燃焼状態に基づいて推定できる。

20

【0045】

吸着量推定部 55 は、第 1 触媒層 30 に吸着されたアンモニア量 (NH₃ 量) である推定吸着量 A_e を推定する。推定吸着量 A_e は、第 1 触媒層 30 に供給された NH₃ 量の総和である供給 NH₃ 量 A_p から、第 1 触媒層 30 において消費された NH₃ 量の総和である消費 NH₃ 量 A_c を減算することによって、算出される。すなわち、 $A_e = A_p - A_c$ により、推定吸着量 A_e を算出できる。供給 NH₃ 量 A_p は、アンモニア源の供給量に、アンモニア源から上記式 (1) (2) により生成する NH₃ の割合である転化率を乗算することにより、算出できる。消費 NH₃ 量 A_c は、上記 (3) ~ (5) に示す反応等により消費される NH₃ 量と、第 1 触媒層 30 から脱離して排出される NH₃ 量とを含む。消費 NH₃ 量 A_c は、第 1 触媒層 30 の温度情報、第 1 触媒層 30 に供給される排気の流量、流速、NO_x 濃度等のパラメータと関係付けることができ、その関係は、予め実験等により求められ、マップ化されて ECU 50 に記憶されている。吸着量推定部 55 は、第 1 触媒層 30 の温度情報、第 1 触媒層 30 に供給される排気の流量、流速、NO_x 濃度等を取得して、ECU 50 に記憶されたマップに基づいて、消費 NH₃ 量 A_c を推定することができる。

30

【0046】

目標吸着量算出部 56 は、第 1 触媒層 30 に吸着させる NH₃ の目標量である目標吸着量 A_t を算出する。目標吸着量 A_t は、第 1 触媒層 30 における NH₃ の最大吸着量 A_{max} に基づいて設定してすることが好ましい。NH₃ の最大吸着量 A_{max} は、いわゆる飽和吸着量に相当し、第 1 触媒層 30 の温度が高いほど少なくなり、第 1 触媒層 30 の温度が低いほど多くなる。最大吸着量 A_{max} に漸近すると、吸着速度の低下等により吸着効率が低下して、第 1 触媒層 30 に供給された NH₃ が吸着されないで通過することが懸念される。このため、目標吸着量 A_t は、最大吸着量 A_{max} よりに対して余裕を取り、所定量 (例えば、数十%程度) だけ少ない値に設定することが好ましい。

40

【0047】

還元剤制御部 57 は、還元剤供給装置のインジェクタ 61, 62 から排気管 12 へ供給するアンモニア源の供給量や供給タイミング等を制御する。アンモニア源が尿素である場合には、上記式 (1) (2) に基づいて、還元剤制御部 57 は、内燃機関 20 からの排気

50

に含まれる NO_x 量、要求される NO_x 浄化率、第1触媒層30および NO_x 浄化触媒層32aにおける触媒の活性化状態や還元剤等の吸着状態等に応じて、インジェクタ61, 62から排気管12に供給するアンモニア源の供給量や供給タイミング等を制御する。また、還元剤制御部57は、アンモニア源の供給量に応じて、インジェクタ61, 62における噴射率と噴射時間とを設定する。

【0048】

還元剤制御部57は、第1触媒層30や NO_x 浄化触媒層32aに含まれる NO_x 浄化触媒の活性化状態に応じて、インジェクタ61, 62から供給するアンモニア源の供給量や供給タイミングを制御するように構成されていてもよい。 NO_x 浄化触媒の活性化状態とは、 NO_x を浄化する還元反応の触媒反応の活性度を意味する。 NO_x を浄化する還元反応は、 NO_x 浄化触媒の活性化状態が高い状態にあるほど起こり易く、低い状態にあるほど起こりにくい。 NO_x 浄化触媒の活性化状態は、 NO_x 浄化触媒の温度等により変化する。還元剤制御部57は、温度情報取得部51が取得する第1触媒層30の温度情報および NO_x 浄化触媒層32aの温度情報に基づいて、各触媒層に含まれる NO_x 浄化触媒の活性化状態を判断することができる。

10

【0049】

例えば、還元剤制御部57は、第1触媒層30および NO_x 浄化触媒層32aの活性化状態が十分に高い状態である場合には、各触媒層において NO_x の還元反応活性が十分に得られるため、 NO_x の還元反応のために要するアンモニア源を供給するように制御してもよい。具体的には、例えば、 NO_x 浄化触媒を含む各触媒層の温度が、所定の温度閾値を超える場合に、 NO_x 浄化触媒の活性化状態が十分に高い状態であると判定することができるため、インジェクタ61, 62から各触媒層にアンモニア源を供給するように制御してもよい。この場合、温度閾値は、例えば、各触媒層に含まれる所定の NO_x 浄化触媒の活性温度 T_A に設定することができる。より具体的には、例えば、 NO_x 浄化触媒層32aに含まれるSCR触媒の活性温度 T_A に設定してもよい。

20

【0050】

なお、活性温度 T_A とは、 NO_x 浄化触媒の NO_x 浄化能力（触媒の有する最大浄化能力を100%とする指標）が高確率（例えば90%程度）となる温度である。SCR触媒、LNT触媒等の NO_x 浄化触媒においては、触媒活性の殆ど無い低温域から触媒温度が上昇するに際して、触媒活性が著しく上昇して高確率に達する。そして、触媒温度が活性温度 T_A に達した後の高温域において、触媒活性は略一定となる。例えば、触媒活性の著しい上昇が完了した触媒温度を活性温度 T_A として用いることができる。

30

【0051】

また、還元剤制御部57は、第1触媒層30の温度情報に基づいて、第1触媒層30における NH_3 の吸着量を増加させるために、アンモニア源を供給するように構成されていてもよい。この場合、還元剤制御部57は、吸着量推定部55により推定された推定吸着量 A_e および目標吸着量算出部56により算出された目標吸着量 A_t に基づいて、アンモニア源の供給量等を決定するように構成されていることが好ましい。例えば、還元剤制御部57は、推定吸着量 A_e が目標吸着量 A_t よりも少ない場合に、第1触媒層30に供給するアンモニア源を供給するように還元剤供給装置を制御してもよい。既にアンモニア源の供給を実行している場合には、還元剤制御部57は、推定吸着量 A_e が目標吸着量 A_t よりも少ない場合に、第1触媒層30へのアンモニア源の供給量を増加する制御を実行してもよい。アンモニア源の供給量は、推定吸着量 A_e および目標吸着量 A_t に基づいて算出できる。例えば、還元剤制御部57は、推定吸着量 A_e が目標吸着量 A_t との差（ $A_t - A_e$ ）や、比率（ A_e / A_t ）が大きいほど、アンモニア源の供給量を多く設定するように構成されていてもよい。

40

【0052】

ECU50は、さらに、内燃機関20の燃焼状態を制御する燃焼制御を実行する機能を有する。より具体的には、ECU50は、内燃機関20に供給する燃料や空気の量またはタイミング等を制御することにより、排気中の各成分の成分量を制御可能に構成されてい

50

てもよい。

【 0 0 5 3 】

図 2 に、E C U 5 0 が実行する排気浄化処理のフローチャートを示す。図 2 に係る処理は、一定の周期で繰り返し実行される。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 1 0 1 では、排気量制御前の第 1 触媒層 3 0 の温度情報として、第 1 触媒温度センサ 2 2 の検出する第 1 触媒層 3 0 の温度 T 1 を取得する。取得された温度 T 1 は、排気量制御前の第 1 触媒層 3 0 の温度情報として E C U 5 0 に記憶される。その後、ステップ S 1 0 2 に進む。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 1 0 2 では、温度 T 1 が所定の温度閾値 X 1 以上であるか否かを判定する。なお、第 1 触媒層 3 0 における飽和吸着量が、冷間始動時に要求された N O x 浄化率を達成するために必要な必要 N H 3 吸着量に等しくなる温度を X n とすると、温度閾値 X 1 は、余裕を取って、温度 X n よりも僅かに低い温度に設定されている ($X 1 < X n$)。ステップ S 1 0 2 において T 1 \geq X 1 である場合には、ステップ S 1 0 3 に進む。T 1 < X 1 である場合には、処理を終了する。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 1 0 3 では、温度 T 1 に基づいて、バイパス側排気量 B を決定する。内燃機関 2 0 から排出される排気量 E は、触媒側排気量 V とバイパス側排気量 B との総和である ($E = V + B$) ため、バイパス側排気量 B を決定することにより、触媒側排気量 V も決定される。例えば、図 3 に示すように、触媒側排気量 V およびバイパス側排気量 B は、温度 T 1 が T 1 \geq X 1 である場合に、温度 T 1 の上昇に伴い、略直線的に変化させてもよい。具体的には、T 1 \geq X 1 である場合に、温度 T 1 の上昇量に略比例させて、触媒側排気量 V を減量するとともにバイパス側排気量 B を増量してもよい。また、図 3 に示すように、触媒側排気量 V は、第 1 触媒層 3 0 にアンモニア源を輸送するために必要な排気量である輸送排気量 V m i n 以上に制御される。このため、V = V m i n に到達した後は、温度 T 1 に関わらず、触媒側排気量 V とバイパス側排気量 B は一定となる。図 3 に示す関係は、E C U 5 0 に予めマップまたは数式として記憶されており、このマップ等を参照して、温度 T 1 に基づいて触媒側排気量 V とバイパス側排気量 B とを決定し、E C U 5 0 に記憶する。その後、ステップ S 1 0 4 に進む。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 0 4 では、決定した触媒側排気量 V およびバイパス側排気量 B に基づいて、流量制御弁 4 0 の開度を制御する。その後、ステップ S 1 0 5 に進む。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 0 5 では、排気量制御後の第 1 触媒層 3 0 の温度情報として、第 1 触媒温度センサ 2 2 の検出する第 1 触媒層 3 0 の温度 T 2 を取得する。取得された温度 T 2 は、排気量制御後の第 1 触媒層 3 0 の温度情報として E C U 5 0 に記憶される。その後、ステップ S 1 0 6 に進む。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 0 6 では、温度 T 2 とバイパス側排気量 B とに基づいて、目標吸着量 A t を算出する。予め実験等により、S C R 触媒層に吸着可能な N H 3 の最大値である最大吸着量 A m a x と、S C R 触媒層に流れる排気の流速や流量、排気中の N H 3 濃度、S C R 触媒層の触媒温度等のパラメータとの関係が求められ、E C U 5 0 に記憶されている。ステップ S 1 0 6 では、温度 T 2 とバイパス側排気量 B とに基づいて、E C U 5 0 に記憶されたマップを参照し、最大吸着量 A m a x を推定する。そして、図 4 に示すように、最大吸着量 A m a x よりも低くなるように目標吸着量 A t を設定する。目標吸着量 A t を算出した後、ステップ S 1 0 7 に進む。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 0 7 では、還元剤供給装置を制御して、インジェクタ 6 1 から第 1 触媒層 3 0 にアンモニア源として尿素水を供給する。より具体的には、N H 3 を生成するアンモ

10

20

30

40

50

ニア源として尿素水の供給を実行する。尿素水の供給が停止されている場合には、供給を開始し、尿素水の供給が既に実行されている場合には、供給が続行される。その後、ステップS108に進む。

【0061】

ステップS108では、第1触媒層30に現在吸着しているNH₃の吸着量である推定吸着量A_eを推定する。推定吸着量A_eは、例えば、第1触媒層30に供給されたNH₃量の積算値(供給NH₃量A_p)から、第1触媒層30において消費されたNH₃量の積算値(消費NH₃量A_c)を減算した値として推定することができる。ECU50には、A_pおよびA_cと、インジェクタ61から第1触媒層30に供給された尿素水の供給量、第1触媒温度センサ22からの温度情報等の各種パラメータとの関係を示すマップが、予め記憶されており、このマップを参照することにより、推定吸着量A_eを推定できる。

10

【0062】

ステップS109では、推定吸着量A_eが目標吸着量A_t以上であるか否かを判定する。A_e = A_tである場合には、ステップS110に進み、尿素水の供給を停止した後、処理を終了する。A_e < A_tである場合には、尿素水の供給を停止することなく、処理を終了する。なお、ステップS109において、A_e < A_tである場合には、尿素水の供給量を増加するように還元剤供給装置を制御してもよい。

【0063】

上記のとおり、排気浄化システム10によれば、ECU50は、ステップS102~S104に示すように、第1触媒層30の温度T₁が所定の温度閾値X₁よりも高いことを示す場合には、バイパス側排気量Bを決定して、触媒側排気量Vを低減する。このため、内燃機関20の運転中に、第1触媒層30に供給される排気が高温であっても、触媒側排気量Vが低減されることにより第1触媒層30に供給される排気熱量が低減されて、SCR触媒層の温度をNH₃の吸着に適した低い温度に制御することができる。また、ECU50は、流量制御弁40を制御して触媒側排気量Vとバイパス側排気量Bとを制御するため、バイパス路41側に分配された排気は、第1触媒層30を迂回した後、第2触媒層31および第3触媒層32を通過してから、排気管12から排出される。第2触媒層31および第3触媒層32は、内燃機関の通常の運転時と同様に、触媒層の温度が高い状態であるため、第1触媒層30を迂回させた排気は、第2触媒層31および第3触媒層32を通過することにより浄化され、排気浄化システム10全体を通してのNO_x浄化率の低下を抑制できる。

20

30

【0064】

さらに、ECU50は、ステップS105~S110に示すように、第1触媒層30におけるNH₃の推定吸着量A_eが目標吸着量A_tよりも小さい場合に、第1触媒層30に尿素水を供給するように還元剤供給装置を制御する。このため、第1触媒層30の温度をNH₃の吸着に適した低い温度に制御した状態で、第1触媒層30におけるNH₃の吸着量を目標吸着量A_tに向けて増加させることができる。

【0065】

また、第1触媒層30の温度をNH₃の吸着により適した低い温度に制御した状態で、尿素水を供給するため、供給された尿素水がNH₃となって第1触媒層30に吸着されることなく通過することを抑制できる。内燃機関20の運転中に、図2に示す排気浄化処理を繰り返し実行することにより、第1触媒層30の温度は徐々に低下して、内燃機関20の次の起動時にNO_x浄化率を達成するために必要な必要NH₃吸着量を確保できる温度に到達する。このため、内燃機関20の冷間始動時など、第1触媒層30やNO_x浄化触媒層32aの触媒温度が低い場合に内燃機関20を起動する場合においても、NH₃の吸着量を確保することによりNO_xの還元反応の反応速度を速くすることができ、排気浄化システム10全体を通してのNO_xの浄化率の低下を抑制することができる。特に、排気浄化システム10では、第1触媒層30は、c/c触媒層であり、内燃機関20に近接して配置されるため、u/f触媒層である第2触媒層31および第3触媒層32よりも早期に高温化し易い傾向がある。早期に高温化し易い第1触媒層30に十分にNH₃が吸着

40

50

された状態で、内燃機関 20 を起動できるため、冷間始動時においても、NO_x 浄化率の低下を効果的に抑制できる。

【0066】

また、ECU 50 は、ステップ S103 において、触媒側排気量 V が、第 1 触媒層 30 に尿素水を輸送するために必要な排気量である輸送排気量 V_{min} 以上となる範囲で、バイパス側排気量 B を決定する。このため、供給された尿素水が確実に第 1 触媒層 30 に輸送され、第 1 触媒層 30 への NH₃ の吸着に寄与できる。

【0067】

(変形例)

図 1 に示す排気浄化システム 10 では、流量制御弁 40 と第 1 触媒層 30 の入口との間に、第 1 触媒層 30 に尿素水を供給可能なインジェクタ 61 が設置されていたが、これに替えて、例えば、図 5 に示すように、内燃機関 20 と流量制御弁 40 との間にインジェクタ 63 が設置されており、インジェクタ 63 から第 1 触媒層 30 への尿素水の供給が実行されるように構成されていてもよい。インジェクタ 63 から供給された尿素水は、流量制御弁 40 における触媒側排気量 V とバイパス側排気量 B との分配比に応じて、第 1 触媒層 30 と、バイパス路 41 とに分配される。バイパス路 41 側に供給された尿素水は、下流に配置された第 3 触媒層 32 の NO_x 浄化触媒層 32a において NO_x 還元反応により消費され、過剰量は還元剤除去層 32b により除去される。バイパス路 41 から NO_x 浄化触媒層 32a に到達するまでの工程で、上記式 (1) および (2) に示す尿素水から NH₃ を生成する反応が進行するため、NH₃ として NO_x 浄化触媒層 32a に供給される割合が向上し、NO_x 浄化触媒層 32a における NO_x 還元反応が促進される。

【0068】

また、図 1 に示す排気浄化システム 10 では、排気管 12 側に第 1 触媒層 30 が配置され、排気管 12 から分岐するようにバイパス路 41 が配置されていたが、これらは互いに逆に配置されていてもよい。また、第 1 触媒層 30 は、第 3 触媒層 32 と同様に、SCR 触媒層と、その後段に配置された ASC 層とを含むように構成されていてもよい。この場合、第 1 触媒温度センサ 22 は、SCR 触媒層の温度を取得可能に設置されることが好ましい。

【0069】

上記の各実施形態によれば、下記の効果を得ることができる。

【0070】

排気浄化システム 10 は、内燃機関 20 からの排気中の所定成分を浄化する機能を有し、SCR 触媒層としての第 1 触媒層 30 と、NO_x 浄化触媒層 32a と、還元剤供給装置 (例えば、インジェクタ 61, 62) と、流量調整機構 (例えば、流量制御弁 40 およびバイパス路 41) と、制御装置として機能する ECU 50 と、を備える。

【0071】

第 1 触媒層 30 は、内燃機関 20 の排気管 12 内に設置され、NH₃ を還元剤として排気中の NO_x を還元反応により浄化する SCR 触媒を含む。NO_x 浄化触媒層 32a は、排気管 12 内の第 1 触媒層 30 の下流側に設置され、排気中の NO_x を浄化する NO_x 浄化触媒 (例えば、SCR 触媒や LNT 触媒) を含む。還元剤供給装置は、インジェクタ 61, 62 等により構成され、第 1 触媒層 30 にアンモニア源を供給する。流量調整機構は、例えば、流量制御弁 40 およびバイパス路 41 によって構成され、内燃機関 20 からの排気の一部を、第 1 触媒層 30 を迂回して NO_x 浄化触媒層 32a に通過させることにより、第 1 触媒層 30 に流入する排気量である触媒側排気量 V を調整する。

【0072】

ECU 50 は、排気量制御部 54 と、還元剤制御部 57 とを備える。排気量制御部 54 は、第 1 触媒層 30 の温度情報が、第 1 触媒層 30 の温度 T1 が所定の温度閾値 X1 よりも高いことを示す場合に、触媒側排気量 V を低減するように流量調整機構としての流量制御弁 40 を制御する。還元剤制御部 57 は、排気量制御部 54 により触媒側排気量 V を低減する制御が実行された場合に、第 1 触媒層 30 にアンモニア源を供給するように還元剤

10

20

30

40

50

供給装置を制御する。このため、第1触媒層30の温度をアンモニアの吸着に適した低い温度に制御した状態で、アンモニア源を供給することができる。その結果、供給したアンモニア源が、確実に第1触媒層30におけるNH₃の吸着量の増加に寄与するように制御できる。また、排気量制御部54は、内燃機関20からの排気の一部が、第1触媒層30を迂回してNO_x浄化触媒層32aを通過するように、流量制御弁40等を制御するため、第1触媒層30を迂回した排気をNO_x浄化触媒層32aにより浄化することができる。排気浄化システム10によれば、内燃機関の運転中に、任意に、次の内燃機関の起動時に備えて、SCR触媒層にアンモニアを十分に吸着させることができるため、次の内燃機関20の起動時には、第1触媒層30におけるNH₃吸着量が確保された状態で排気浄化システム10を起動できる。このため、第1触媒層30におけるNH₃の吸着量の不足に起因してNO_xの浄化率が低下することを抑制できる。特に、冷間始動時などの各触媒層の温度を上げてNO_x還元反応の反応速度を速くすることが困難な場合でも、内燃機関20に近い上流側に配置された第1触媒層30においてNH₃の吸着量を確保することにより、排気浄化システム10から排出される排気について、NO_xの浄化率が低下することを抑制できる。

10

【0073】

ECU50は、さらに、吸着量推定部55と、目標吸着量算出部56とを備えるように構成されている。吸着量推定部55は、第1触媒層30に吸着されたNH₃の量である推定吸着量A_eを推定する。目標吸着量算出部56は、SCR触媒層に吸着させるNH₃の目標量である目標吸着量A_tを算出する。そして、還元剤制御部57は、推定吸着量A_eが目標吸着量A_tよりも少ない場合に、アンモニア源の供給量を供給する制御を実行するように構成されていてもよい。推定吸着量A_eおよび目標吸着量A_tに基づいてアンモニア源の供給量を制御できるため、アンモニア源を過剰に供給することを回避できる。

20

【0074】

さらに、吸着量推定部55は、還元剤供給装置から供給されたNH₃量の総和と、SCR触媒層が消費するNH₃量の総和とに基づいて、推定吸着量A_eを推定するように構成されている。推定吸着量A_eを精度よく算出することができるため、アンモニア供給源の供給量をより適切に制御できる。

【0075】

排気浄化システム10は、さらに、流量調整機構として、第1触媒層30の上流側と、第1触媒層30の下流側かつNO_x浄化触媒層32aの上流側とを接続するバイパス路41を利用可能に構成されている。そして、ECU50は、さらに、バイパス量算出部53を備えている。バイパス量算出部53は、第1触媒層30の温度情報に基づいて、バイパス路に流入する排気量であるバイパス側排気量Bを算出する。排気量制御部54は、バイパス側排気量Bに基づいて、触媒側排気量Vを制御する。バイパス路41を通過した排気中のNO_xは、第1触媒層30の下流側に配置されたNO_x浄化触媒層32aを通過して浄化されるため、排気浄化システム10から排出される排気におけるNO_x浄化率を確保できる。

30

【0076】

バイパス量算出部53は、第1触媒層30の温度情報が、第1触媒層30の温度が所定の温度閾値よりも高いことを示す場合に、第1触媒層30の温度が高いほどバイパス側排気量Bを増加させるように構成されていてもよい。そして、排気量制御部54は、バイパス側排気量Bの増加に応じて触媒側排気量Vを低減するように構成されていてもよい。バイパス側排気量Bを増加させ、触媒側排気量Vを低減させるほど、第1触媒層30の温度が低下するため、第1触媒層30の温度が高いほどバイパス側排気量Bを増加させることにより、適切に第1触媒層30の温度を制御することができる。

40

【0077】

さらに、排気量制御部54は、触媒側排気量Vを、第1触媒層30にアンモニア源を輸送するために必要な排気量である輸送排気量V_{min}以上に制御するように構成されている。このため、供給されたアンモニア源が確実に第1触媒層30に輸送され、第1触媒層

50

30におけるアンモニア吸着量の増加に寄与できる。

【0078】

本開示に記載の制御部及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリーを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリーと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。

10

【符号の説明】

【0079】

10...排気浄化システム、30...SCR触媒層、32a...NO_x浄化触媒層、40...流量調整弁、41...バイパス路、50...制御装置、54...排気量制御部、57...還元剤制御部

20

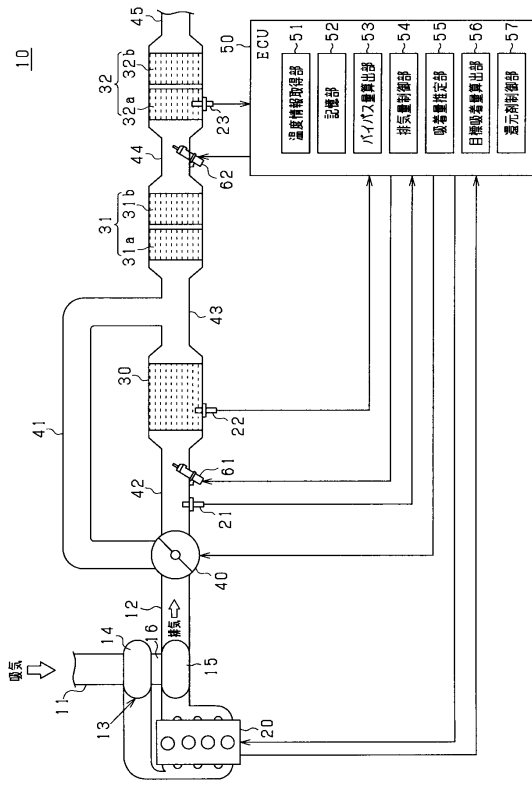
30

40

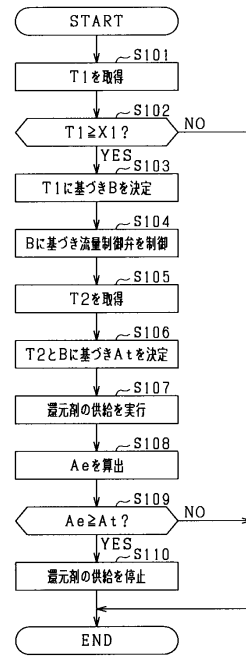
50

【図面】

【図 1】



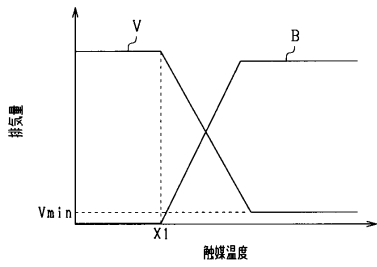
【図 2】



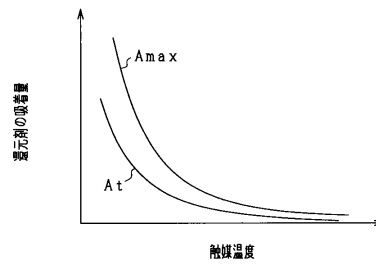
10

20

【図 3】



【図 4】

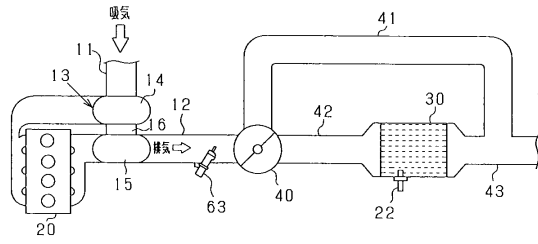


30

40

50

【図5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
(72)発明者 加納 一彦
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
(72)発明者 岡本 裕司
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
審査官 前田 浩
(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 2 4 0 8 1 1 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 0 0 8 4 4 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 0 1 N 3 / 0 8
F 0 1 N 3 / 2 0