

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02013/190698

発行日 平成28年2月8日 (2016.2.8)

(43) 国際公開日 平成25年12月27日 (2013.12.27)

(51) Int. Cl.			F I			テーマコード (参考)		
FO1N	3/20	(2006.01)	FO1N	3/20	C	3G091		
FO1N	3/08	(2006.01)	FO1N	3/08	H	4D048		
FO1N	3/18	(2006.01)	FO1N	3/18	C			
BO1D	53/94	(2006.01)	BO1D	53/36	101A			
BO1D	53/86	(2006.01)	BO1D	53/36	ZAB			

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

出願番号	特願2014-521183 (P2014-521183)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(21) 国際出願番号	PCT/JP2012/066022	(74) 代理人	100100549 弁理士 川口 嘉之
(22) 国際出願日	平成24年6月22日 (2012.6.22)	(74) 代理人	100085006 弁理士 世良 和信
(81) 指定国	AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA	(74) 代理人	100113608 弁理士 平川 明
		(74) 代理人	100123319 弁理士 関根 武彦
		(74) 代理人	100123098 弁理士 今堀 克彦
		(74) 代理人	100143797 弁理士 宮下 文徳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気浄化装置の劣化検出システム

(57) 【要約】

本発明は、内燃機関の排気通路に配置される選択還元型触媒と、該選択還元型触媒より上流の排気通路に配置される還元剤添加弁と、前記選択還元型触媒より下流の排気通路に配置されるNO_xセンサと、を備えた排気浄化装置の劣化検出システムにおいて、選択還元型触媒の劣化を早期に検出することができるとともに、検出精度を高めることを課題とする。この課題を解決するために、本発明の排気浄化装置の劣化検出システムは、還元剤添加弁が還元剤を添加するように制御されているときに、一定期間あたりの添加量を固定しつつ還元剤の添加間隔を変更すべく還元剤添加弁を制御し、添加間隔が変更されているときと変更されていないときのNO_x浄化率の差に基づいて選択還元型触媒の劣化を判定するようにした。

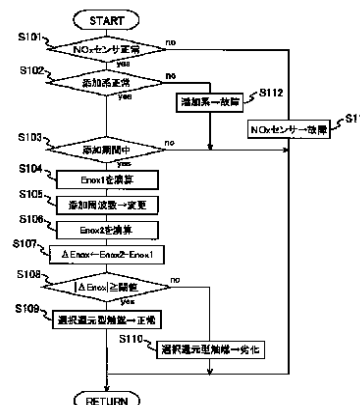


FIG. 4:
 S101 NO_x sensor normal
 S102 Addition system normal
 S103 During addition timeframe
 S104 Enox1 calculated
 S105 Addition amount -- varied
 S106 Enox2 calculated
 S107 ΔEnox1 > threshold
 S108 Selective reduction-type catalyst -- normal
 S109 Selective reduction-type catalyst -- deteriorated
 S110 NO_x sensor -- damaged
 S112 Addition system -- damaged

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の排気通路に配置される選択還元型触媒と、

前記選択還元型触媒より上流の排気通路に配置され、アンモニアの前駆体である還元剤を排気中に添加する還元剤添加弁と、

前記選択還元型触媒より下流の排気通路に配置され、排気中に含まれる窒素酸化物の量を測定する NO_x センサと、

前記 NO_x センサの測定値をパラメータとして、前記選択還元型触媒へ流入する窒素酸化物の量に対する前記選択還元型触媒で浄化される窒素酸化物の量の割合である NO_x 浄化率を演算する演算手段と、

前記還元剤添加弁による還元剤の添加期間中に、一定期間あたりの添加量を固定しつつ添加間隔を変更すべく前記還元剤添加弁を制御するための変更処理を実行する変更手段と

、
前記変更手段により添加間隔が変更されているときと変更されていないときに前記演算手段が演算する NO_x 浄化率の差に基づいて前記選択還元型触媒の劣化を判定するための判定処理を実行する判定手段と、

を備える排気浄化装置の劣化検出システム。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記判定手段は、前記変更手段により添加間隔が変更されているときと変更されていないときに前記演算手段が演算する NO_x 浄化率の差が閾値より小さいことを条件として、前記選択還元型触媒が劣化していると判定する排気浄化装置の劣化検出システム。

【請求項 3】

請求項 2 において、前記閾値は、車両の走行距離が一定距離未満であるときは一定距離以上であるときに比べ、小さい値にされる排気浄化装置の劣化検出システム。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 において、前記判定手段は、前記変更手段により添加間隔が変更されているときと変更されていないときに前記演算手段が演算する NO_x 浄化率の差が閾値に比して小さくなるほど、前記選択還元型触媒の劣化度合いが高いと判定する排気浄化装置の劣化検出システム。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項において、前記変更手段及び前記判定手段は、前記選択還元型触媒の温度が下限値以上であることを条件として、前記変更処理及び前記判定処理を実行する排気浄化装置の劣化検出システム。

【請求項 6】

請求項 5 において、前記変更手段及び前記判定手段は、前記選択還元型触媒の温度が上限値を超えるとときは、前記変更処理及び前記判定処理を実行しない排気浄化装置の劣化検出システム。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項において、前記還元剤添加弁の故障を診断する診断手段をさらに備え、

前記変更手段及び前記判定手段は、前記診断手段により前記還元剤添加弁が故障していないと診断されたことを条件として、前記変更処理及び前記判定処理を実行する排気浄化装置の劣化検出システム。

【請求項 8】

請求項 7 において、前記診断手段は、前記変更手段により添加間隔が短くされているときの NO_x 浄化率の変化量が基準値以下であることを条件として、前記還元剤添加弁が故障していないと判定する排気浄化装置の劣化検出システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

10

20

30

40

50

【0001】

本発明は、内燃機関の排気通路に配置される排気浄化装置の劣化を検出する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、選択還元型触媒（SCR：Selective Catalytic Reduction）と、アンモニア（ NH_3 ）の前駆体である還元剤（尿素やカルバミン酸アンモニウム等の水溶液）を排気中に添加するための還元剤添加弁と、を内燃機関の排気通路に配置した排気浄化装置が知られている。

【0003】

上記したような排気浄化装置の劣化を検出する技術として、内燃機関の運転状態が定常状態にあるときの選択還元型触媒の NO_x 浄化率と、過渡状態において NO_x 浄化率の過渡変動が安定するのに要する時間と、に基づいて、選択還元型触媒の劣化を判定する技術が提案されている（たとえば、特許文献1を参照）。

【0004】

特許文献2には、選択還元型触媒の NH_3 吸着能力が低くなる高温域において、該選択還元型触媒に実際に吸着された NH_3 の量を特定し、特定された NH_3 の量が閾値以下のときに選択還元型触媒が劣化していると判定する技術について述べられている。

【0005】

特許文献3には、尿素水添加弁の1回当たりの開弁時間を短縮しつつ、添加周波数を増加させることにより、所定期間あたりの添加量を一定に保つ技術について述べられている。

【0006】

特許文献4には、選択還元型触媒の温度が所定の低温域にあれば、還元剤添加弁から噴射される尿素水溶液の噴射圧力を高めることにより、尿素水溶液の噴霧粒径を変更する技術について述べられている。

【0007】

特許文献5には、排気の圧力波のピークが還元剤添加弁の位置に到達したときに、該還元剤添加弁から還元剤を供給させることにより、還元剤の微粒化を図る技術について述べられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2011-202639号公報

【特許文献2】特開2009-127496号公報

【特許文献3】特開2010-071255号公報

【特許文献4】特開2009-293513号公報

【特許文献5】特開2010-053807号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

前記特許文献1に記載された方法により選択還元型触媒の劣化判定が行われる場合は、内燃機関が定常状態で運転されること、内燃機関が過渡状態で運転されること、及び NO_x 浄化率の過渡変動が安定するまで内燃機関の過渡状態が継続されること等の種々の条件が成立する必要がある。そのため、選択還元型触媒の劣化判定に要する時間が長くなったり、選択還元型触媒の劣化を早期に検出することができなかつたりする可能性がある。また、内燃機関の運転状態が定常状態にあるときの NO_x 浄化率の絶対量は、 NO_x センサの測定誤差や還元剤添加弁の添加量誤差等によって変化する場合があるため、検出精度が低くなる可能性もある。

【0010】

本発明は、上記した実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、内燃機関の排気通路に配置される選択還元型触媒と、該選択還元型触媒より上流の排気通路に配置される還元剤添加弁と、前記選択還元型触媒より下流の排気通路に配置される NO_x センサと、を備えた排気浄化装置の劣化検出システムにおいて、選択還元型触媒の劣化を早期に検出することができるとともに、検出精度を高めることができる技術の提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、上記した課題を解決するために、内燃機関の排気通路に配置される選択還元型触媒と、前記選択還元型触媒より上流の排気通路に配置される還元剤添加弁と、前記選択還元型触媒より下流の排気通路に配置される NO_x センサと、を備えた排気浄化装置の劣化検出システムにおいて、還元剤添加弁が還元剤を添加するように制御されているときに、一定期間あたりの添加量を固定しつつ還元剤の添加間隔を変更すべく還元剤添加弁を制御し、添加間隔が変更されているときと変更されていないときの NO_x 浄化率の差に基づいて選択還元型触媒の劣化を判定するようにした。

10

【0012】

詳細には、本発明の排気浄化装置の異常検出システムは、内燃機関の排気通路に配置される選択還元型触媒と、前記選択還元型触媒より上流の排気通路に配置され、アンモニアの前駆体である還元剤を排気中に添加する還元剤添加弁と、

前記選択還元型触媒より下流の排気通路に配置され、排気中に含まれる窒素酸化物の量を測定する NO_x センサと、

20

前記 NO_x センサの測定値をパラメータとして、前記選択還元型触媒へ流入する窒素酸化物の量に対する前記選択還元型触媒で浄化される窒素酸化物の量の割合である NO_x 浄化率を演算する演算手段と、

前記還元剤添加弁による還元剤の添加期間中に、一定期間あたりの添加量を固定しつつ添加間隔を変更すべく前記還元剤添加弁を制御するための変更処理を実行する変更手段と、

前記変更手段により添加間隔が変更されているときと変更されていないときに前記演算手段が演算する NO_x 浄化率の差に基づいて前記選択還元型触媒の劣化を判定するための判定処理を実行する判定手段と、

30

を備えるようにした。

【0013】

本願発明者は、鋭意の実験及び検証を行った結果、選択還元型触媒が劣化していない場合は、一定期間あたりの還元剤の添加量が同量であっても、添加間隔によって選択還元型触媒の NO_x 浄化率が変化するという知見を得た。具体的には、本願発明者は、還元剤の添加間隔が短い場合は長い場合に比べ、選択還元型触媒の NO_x 浄化率が高くなるという知見を得た。これは、還元剤の添加間隔が短い場合は長い場合に比べ、一回あたりの添加量が少なくなるため、還元剤（アンモニアの前駆体）から NH_3 への転化（分解反応）が促進されると考えられる。このような知見によると、選択還元型触媒が劣化しているときは劣化していないときに比べ、添加間隔が変更されているときと変更されていないときの NO_x 浄化率の差（以下、「変更差」と称する）が小さくなる。

40

【0014】

したがって、本発明の排気浄化装置の劣化検出システムによれば、一定期間に還元剤添加弁から添加される還元剤の量を変更することなく、選択還元型触媒の劣化を判定することが可能となる。また、前記変更処理及び前記判定処理は一回の添加期間中に実行されるため、選択還元型触媒の劣化判定を短時間に遂行することができる。その結果、選択還元型触媒の劣化を早期に検出することも可能になる。

【0015】

ここで、選択還元型触媒より上流の排気通路に酸化能力を有する触媒が配置される場合は、該触媒から流出する一酸化窒素（ NO ）の量と二酸化窒素（ NO_2 ）の量の比率（ N

50

NO₂/NO比率)に応じて選択還元型触媒のNO_x浄化率が変化する可能性がある。これに対し、前記変更処理は添加期間中の短い時間に遂行されるため、添加間隔が変更されているときと変更されていないときにおいて前記NO₂/NO比率が大幅に変化する可能性が低くなる。よって、前記NO₂/NO比率に起因した判定精度の低下も抑制することができる。

【0016】

ところで、NO_xセンサの測定値には、初期交差や経時変化等による誤差が含まれる場合がある。また、還元剤添加弁の初期交差や経時変化等によって、還元剤添加弁から実際に添加される還元剤の量と目標添加量との間に誤差が生じる場合がある。それらの場合において、演算手段により算出されるNO_x浄化率は、NO_xセンサの測定誤差や添加量の誤差を含む値となる。

10

【0017】

しかしながら、添加間隔が変更されているときと変更されていないときのそれぞれにおいて演算手段によって算出される二つのNO_x浄化率は、同等の誤差を含む。そのため、前記変更差は、NO_xセンサの測定誤差や添加量の誤差が相殺された値となる。よって、NO_xセンサの測定誤差や添加量の誤差が生じた場合であっても、選択還元型触媒の劣化を正確に判定することができる。

【0018】

なお、前述したように、選択還元型触媒が劣化しているときは劣化していないときに比べ、前記変更差が小さくなる。よって、前記判定手段は、前記変更差が閾値より小さいことを条件として、選択還元型触媒が劣化していると判定してもよい。ここでいう「閾値」は、大気中へ排出されるNO_xの量が規制量と同等になるときの変更差にマージンを加算した値であり、予め実験等を利用した適合処理によって求められる値である。

20

【0019】

ここで、NO_xセンサの測定値から演算されるNO_x浄化率と正常値(選択還元型触媒が劣化していないときのNO_x浄化率)とを比較することにより、選択還元型触媒の劣化を判定する場合は、NO_xセンサの測定誤差や添加量の誤差を考慮して正常値を決定する必要がある。つまり、正常値は、一つの値ではなく、複数の値を含む範囲として設定される必要がある。しかしながら、選択還元型触媒が劣化している場合であっても、該選択還元型触媒へ流入するNO_x量が多くなると、NO_xセンサの測定値に基づいて算出されるNO_x浄化率が正常値の範囲に属する可能性がある。そのため、NO_xセンサの測定値から演算されるNO_x浄化率と正常値とを比較する方法は、選択還元型触媒へ流入するNO_x量が多くなる運転領域では実施することができない。

30

【0020】

これに対し、本発明の排気浄化装置の劣化検出システムによれば、NO_xセンサの測定誤差や添加量の誤差を考慮する必要がないため、前記閾値を一つの値として設定することができる。その結果、選択還元型触媒へ流入するNO_x量が多くなる運転領域においても、選択還元型触媒の劣化を判定することが可能になる。よって、本発明の排気浄化装置の劣化検出システムによれば、より広い運転領域において選択還元型触媒の劣化判定を実行することが可能になる。

40

【0021】

次に、前記変更差は、選択還元型触媒の劣化が進行するほど(劣化度合いが大きくなるほど)、小さくなる傾向がある。そこで、本発明の判定手段は、前記変更差が閾値に比して小さくなるほど、選択還元型触媒の劣化度合いが高いと判定してもよい。このような方法によれば、選択還元型触媒が劣化しているか否かに加え、選択還元型触媒の劣化度合いも判定することが可能になる。

【0022】

ところで、選択還元型触媒が新品状態(又は新品同様の状態)にあるときは、酸化能力が高くなる傾向がある。そのため、新品状態にある選択還元型触媒は、NO_xを窒素(N₂)に還元させた後、N₂をNOやNO₂等のNO_xに再び酸化(以下、「再酸化」と称する

50

)させる可能性がある。そのため、選択還元型触媒が未劣化の新品状態にあるときは、前記変更差が前記閾値より小さくなる可能性がある。

【0023】

そこで、車両の走行距離が一定距離未満であるときは一定距離以上であるときに比べ、前記閾値が小さい値にされてもよい。なお、ここでいう「走行距離」は、新品状態の選択還元型触媒が車両に搭載された時点からの走行距離である。また、「一定距離」は、前記したような再酸化により生成される NO_x の量が N_2 や NO_2 に還元される NO_x の量に対して十分に少なくなる最小の走行距離であり、予め実験等を利用した適合処理によって求められる距離である。

【0024】

上記した方法により閾値が定められると、選択還元型触媒が新品状態又は新品同様の状態にあるときに前記変更処理及び前記判定処理が実行されても、該選択還元型触媒が劣化していると誤判定される事態を回避することができる。

【0025】

次に、本発明の排気浄化装置の劣化検出システムは、選択還元型触媒の温度が下限値以上であることを条件として、選択還元型触媒の劣化判定を行うようにしてもよい。詳細には、前記変更手段及び前記判定手段は、選択還元型触媒の温度が下限値以上であることを条件として、前記変更処理及び前記判定処理を実行してもよい。ここでいう「下限値」は、選択還元型触媒が吸着可能な NH_3 量が十分に少なくなる温度、言い換えると、還元剤の添加間隔が NO_x 浄化率に反映される最低の温度である。なお、前記下限値は、選択還元型触媒が NH_3 を吸着しない最低の温度に設定されることが好ましい。

【0026】

選択還元型触媒の NO_x 浄化率は、該選択還元型触媒に吸着されている NH_3 の量（以下、「 NH_3 吸着量」と称する）によって変化する。たとえば、 NH_3 吸着量が多いときは少ないときに比べ、 NO_x 浄化率が高くなる。そのため、選択還元型触媒の NH_3 吸着量が多いときは、還元剤の添加間隔にかかわらず、 NO_x 浄化率が高くなる可能性がある。つまり、選択還元型触媒の NH_3 吸着量が多いときに前記変更処理が実行されると、選択還元型触媒が劣化していないにもかかわらず、前記変更差が小さくなる可能性がある。その結果、選択還元型触媒が劣化していないにもかかわらず、該選択還元型触媒が劣化していると誤判定される可能性がある。

【0027】

したがって、前記変更処理及び前記判定処理は、選択還元型触媒の NH_3 吸着量が少ないとき、言い換えると、還元剤の添加間隔が NO_x 浄化率に反映され得るときに、実行されることが好ましい。

【0028】

これに対し、選択還元型触媒に吸着されている NH_3 の大部分が NO_x の還元反応に消費されたときに、前記変更処理及び前記判定処理を実行する方法が考えられる。しかしながら、選択還元型触媒の NH_3 吸着量が多い場合は NH_3 が消費されるまでに時間がかかるため、選択還元型触媒の劣化を速やかに検出することができない可能性がある。

【0029】

一方、選択還元型触媒の温度が前記下限値以上であることを条件として、前記変更処理及び前記判定処理が実行されると、判定精度の低下を抑制することができるとともに、選択還元型触媒の劣化を速やかに検出することができる。

【0030】

なお、選択還元型触媒より上流にパーティキュレートフィルタが配置される場合は、パーティキュレートフィルタの再生処理が実行されたときに、選択還元型触媒が凡そ500以上の高温に曝され、アンモニア（ NH_3 ）が選択還元型触媒に吸着され難くなる。よって、パーティキュレートフィルタの再生処理が実施されているとき、或いは再生処理の終了直後（選択還元型触媒がアンモニア（ NH_3 ）を吸着しない最低の温度以上のとき）に、前記変更処理及び前記判定処理が実行されてもよい。

10

20

30

40

50

【0031】

ところで、選択還元型触媒が劣化していないときに、該選択還元型触媒の温度が過剰に高くなると、 NO_x 浄化率が小さくなる傾向がある。そのため、選択還元型触媒の温度が過剰に高いときは、選択還元型触媒が劣化していないときの変更差と選択還元型触媒が劣化しているときの変更差との差が小さくなる可能性がある。

【0032】

そこで、前記変更手段及び前記判定手段は、前記選択還元型触媒の温度が上限値を超えるときは、前記変更処理及び前記判定処理を実行しないようにしてもよい。その場合、誤判定の発生を抑制することができる。ここでいう「上限値」は、選択還元型触媒が劣化していないときの変更差と選択還元型触媒が劣化しているときの変更差との差が顕著となる最低の温度からマージンを差し引いた温度である。

10

【0033】

また、選択還元型触媒の NO_x 浄化率は、選択還元型触媒の劣化に加え、還元剤添加弁又は該還元剤添加弁へ還元剤を供給する装置の故障等によって変化する場合がある。よって、前記変更処理及び前記判定処理は、前記還元剤添加弁が故障していないときに実行されることが望ましい。

【0034】

そこで、本発明の排気浄化装置の劣化検出システムは、前記還元剤添加弁の故障を診断する診断手段をさらに備えるようにしてもよい。その場合、前記変更手段及び前記判定手段は、前記診断手段により前記還元剤添加弁が故障していないと診断されたことを条件として、前記変更処理及び前記判定処理を実行すればよい。その結果、選択還元型触媒の劣化をより正確に判定することができる。

20

【0035】

ここで、還元剤添加弁から実際に添加される還元剤の量が目標添加量から乖離している場合は、添加間隔が短いときの NO_x 浄化率が不安定になる傾向がある。これに対し、還元剤添加弁から実際に添加される還元剤の量が目標添加量と同等若しくは近似している場合は、添加間隔が短いときの NO_x 浄化率が選択還元型触媒の劣化状態にかかわらず安定する傾向がある。

【0036】

よって、前記診断手段は、前記変更手段により添加間隔が短くされているときの NO_x 浄化率の変化量が基準値より大きいときことを条件として、前記還元剤添加弁が故障していると判定してもよい。その場合、選択還元型触媒の劣化状態にかかわらず、前記還元剤添加弁の故障を診断することができる。

30

【発明の効果】

【0037】

本発明によれば、内燃機関の排気通路に配置される選択還元型触媒と、該選択還元型触媒より上流の排気通路に配置される還元剤添加弁と、前記選択還元型触媒より下流の排気通路に配置される NO_x センサと、を備えた排気浄化装置の劣化検出システムにおいて、選択還元型触媒の劣化を早期に検出できるとともに、検出精度を高めることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明を適用する内燃機関の排気系の概略構成を示す図である。

【図2】還元剤の添加周波数と選択還元型触媒の NO_x 浄化率 E_{nox} との関係を示す図である。

【図3】還元剤添加弁又はポンプが故障している場合において添加周波数が高められたときの NO_x 浄化率 E_{nox} の経時変化を示す図である。

【図4】第1の実施例において選択還元型触媒の劣化判定処理が実行される際にECUによって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図5】選択還元型触媒の温度 T_{cat} と選択還元型触媒の NO_x 浄化率 E_{nox} との関

50

係を示す図である。

【図6】選択還元型触媒の温度 T_{cat} と選択還元型触媒の NH_3 吸着量との関係を示す図である。

【図7】第2の実施例において選択還元型触媒の劣化判定処理が実行される際にECUによって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図8】車両の走行距離 R_d と変更差 E_{nox} の絶対値との関係を示す図である。

【図9】第3の実施例において選択還元型触媒の劣化判定処理が実行される際にECUによって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図10】本発明を適用する排気系の他の構成例を示す図である。

【図11】本発明を適用する排気系の他の構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、本発明の具体的な実施形態について図面に基づいて説明する。本実施形態に記載される構成部品の寸法、材質、形状、相対配置等は、特に記載がない限り発明の技術的範囲をそれらだけに限定する趣旨のものではない。

【0040】

<実施例1>

先ず、本発明の第1の実施例について図1乃至図4に基づいて説明する。図1は、本発明を適用する内燃機関の排気系の概略構成を示す図である。図1に示す内燃機関1は、圧縮着火式の内燃機関（ディーゼルエンジン）であるが、希薄燃焼運転（リーンバーン運転）可能な火花点火式の内燃機関（ガソリンエンジン）であってもよい。

【0041】

図1において、内燃機関1には、排気通路2が接続されている。排気通路2は、内燃機関1の気筒内から排出される既燃ガス（排気）を流通させるための通路である。排気通路2の途中には、第一触媒ケーシング3と第二触媒ケーシング4が上流側から直列に配置されている。

【0042】

第一触媒ケーシング3は、筒状のケーシング内に酸化触媒とパティキュレートフィルタを内装している。その際、酸化触媒は、パティキュレートフィルタの上流に配置される触媒担体に担持されてもよく、或いはパティキュレートフィルタに担持されてもよい。

【0043】

第二触媒ケーシング4は、筒状のケーシング内に、選択還元型触媒が担持された触媒担体を収容したものである。触媒担体は、たとえば、コーディライトやFe-Cr-Al系の耐熱鋼から成るハニカム形状の横断面を有するモノリスタイプの基材に、アルミナ系又はゼオライト系の活性成分（担体）をコーティングしたものである。さらに、触媒担体には、酸化能を有する貴金属触媒（たとえば、白金（Pt）やパラジウム（Pd）等）が担持されている。なお、第二触媒ケーシング4の内部において、選択還元型触媒より下流には酸化触媒を担持した触媒担体が配置されるようにしてもよい。その場合の酸化触媒は、後述する還元剤添加弁5から選択還元型触媒へ供給される還元剤のうち、選択還元型触媒をすり抜けた還元剤を酸化するための触媒である。

【0044】

第一触媒ケーシング3と第二触媒ケーシング4との間の排気通路2には、アンモニアの前駆体である還元剤を排気中へ添加（噴射）するための還元剤添加弁5が取り付けられている。還元剤添加弁5は、ニードルの移動により開閉される噴孔を有する弁装置である。還元剤添加弁5は、ポンプ50を介して還元剤タンク51に接続されている。ポンプ50は、還元剤タンク51に貯留されている還元剤を吸引するとともに、吸引された還元剤を還元剤添加弁5へ圧送する。還元剤添加弁5は、ポンプ50から圧送されてくる還元剤を排気通路2内へ噴射する。なお、還元剤添加弁5の開閉タイミングやポンプ50の吐出圧力は、後述するECU9によって電氣的に制御されるようになっている。

【0045】

10

20

30

40

50

ここで、還元剤タンク 5 1 に貯留される還元剤としては、尿素やカルバミン酸アンモニウムなどの水溶液を用いることができる。本実施例では、前記還元剤として尿素水溶液を用いるものとする。

【0046】

還元剤添加弁 5 から尿素水溶液が噴射されると、該尿素水溶液が排気とともに第二触媒ケーシング 4 へ流入する。その際、尿素水溶液が排気や選択還元型触媒の熱を受けて熱分解又は加水分解される。尿素水溶液が熱分解又は加水分解されると、 NH_3 が生成される。このようにして生成された NH_3 は、選択還元型触媒に吸着又は吸蔵される。選択還元型触媒に吸着又は吸蔵された NH_3 は、排気中に含まれる NO_x と反応して窒素 (N_2) や水 (H_2O) を生成する。つまり、 NH_3 は、 NO_x の還元剤として機能する。その際、選択還元型触媒の広い範囲に NH_3 が吸着されていると、選択還元型触媒の NO_x 浄化率が高くなる。

10

【0047】

このように構成された内燃機関 1 には、ECU 9 が併設されている。ECU 9 は、CPU、ROM、RAM、バックアップ RAMなどを備えた電子制御ユニットである。ECU 9 には、上流側 NO_x センサ 6、下流側 NO_x センサ 7、排気温度センサ 8、クランクポジションセンサ 10、及びアクセルポジションセンサ 11 などの各種センサが電氣的に接続されている。

【0048】

上流側 NO_x センサ 6 は、第一触媒ケーシング 3 より下流、且つ第二触媒ケーシング 4 より上流の排気通路 2 に配置され、第二触媒ケーシング 4 へ流入する排気中に含まれる NO_x の量 (以下、「 NO_x 流入量」と称する) に相関する電気信号を出力する。下流側 NO_x センサ 7 は、第二触媒ケーシング 4 より下流の排気通路 2 に配置され、第二触媒ケーシング 4 から流出する NO_x の量 (以下、「 NO_x 流出量」と称する) に相関する電気信号を出力する。排気温度センサ 8 は、第二触媒ケーシング 4 より下流の排気通路 2 に配置され、第二触媒ケーシング 4 から流出する排気の温度と相関する電気信号を出力する。クランクポジションセンサ 10 は、内燃機関 1 の出力軸 (クランクシャフト) の回転位置に相関する電気信号を出力する。アクセルポジションセンサ 11 は、アクセルペダルの操作量 (アクセル開度) に相関する電気信号を出力する。

20

【0049】

ECU 9 には、内燃機関 1 に取り付けられた各種機器 (たとえば、燃料噴射弁など)、還元剤添加弁 5、及びポンプ 50 などが電氣的に接続されている。ECU 9 は、前記した各種センサの出力信号に基づいて、内燃機関 1 の各種機器、還元剤添加弁 5、及びポンプ 50 などを電氣的に制御する。たとえば、ECU 9 は、内燃機関 1 の燃料噴射制御や、還元剤添加弁 5 から間欠的に還元剤を噴射させる添加制御などの既知の制御に加え、選択還元型触媒の劣化判定処理を実行する。以下、選択還元型触媒の劣化判定処理について説明する。

30

【0050】

選択還元型触媒の劣化判定処理では、ECU 9 は、還元剤添加弁 5 が還元剤を間欠的に噴射するように制御されているとき (添加期間中) に、一定期間あたりの添加量を変更せずに添加周波数を変更すべく還元剤添加弁 5 を制御 (変更処理) する。ECU 9 は、添加周波数が増え続けているときと変更されていないときの NO_x 浄化率の差 (変更差) をパラメータとして、選択還元型触媒が劣化しているか否かを判別する。

40

【0051】

ここでいう「添加周波数」は、還元剤添加弁 5 が還元剤を噴射する間隔 (添加間隔) の逆数に相当し、添加間隔が短くなるほど大きい値 (高周波) を示す。また、「 NO_x 浄化率」は、第二触媒ケーシング 4 へ流入する NO_x 量 (NO_x 流入量) に対し、選択還元型触媒で浄化される NO_x 量の割合である。

【0052】

NO_x 流入量は内燃機関 1 から排出される NO_x 量に相当するため、内燃機関 1 の運転条

50

件（機関回転数、アクセル開度、吸入空気量、燃料噴射量など）をパラメータとして演算することができる。なお、図1に示すように、第一触媒ケーシング3と第二触媒ケーシング4との間の排気通路2に上流側NO_xセンサ6が取り付けられる場合は、該上流側NO_xセンサ6の出力信号をNO_x流入量として用いることができる。

【0053】

ECU9は、上流側NO_xセンサ6の出力信号（NO_x流入量）と下流側NO_xセンサ7の出力信号（NO_x流出量）と下記の式とを用いてNO_x浄化率E_{nox}を演算する。なお、下記の式におけるANO_xinはNO_x流入量であり、ANO_xoutはNO_x流出量である。

【0054】

$$E_{nox} = (ANO_{x\text{in}} - ANO_{x\text{out}}) / ANO_{x\text{in}}$$

【0055】

NO_x浄化率E_{nox}は、添加周波数が変更されているときと変更されていないときのそれぞれにおいて演算される。以下では、添加周波数が変更されていないときのNO_x浄化率E_{nox}を第一NO_x浄化率E_{nox1}と称し、添加周波数が変更されているときのNO_x浄化率E_{nox}を第二NO_x浄化率E_{nox2}と称する。

【0056】

ECU9は、第一NO_x浄化率E_{nox1}と第二NO_x浄化率E_{nox2}の差（変更差）E_{nox}（E_{nox2} - E_{nox1}）の絶対値を演算し、その値が閾値より小さいか否かを判別する。ECU9は、前記変更差E_{nox}の絶対値が閾値より小さい場合は、選択還元型触媒が劣化していると判定する。なお、変更処理が実行されているとき（添加周波数が増加されているとき）の添加周波数は、変更処理が実行されていないとき（添加周波数が増加されていないとき）の添加周波数より低くされてもよく、或いは高くされてもよい。

【0057】

ここで、選択還元型触媒が劣化していないときの添加周波数とNO_x浄化率E_{nox}との関係を図2に示す。図2において、選択還元型触媒が劣化していないときNO_x浄化率E_{nox}は、添加周波数が低い場合より高い場合の方が大きくなる。すなわち、NO_x浄化率E_{nox}は、添加周波数が高くなるほど大きくなる。これは、添加周波数が高いときは低いときに比べ、還元剤添加弁5から一回あたりに添加される還元剤の量が少なくなるため、尿素水溶液からNH₃への転化（加水分解及び熱分解）が促進されると考えられる。一方、選択還元型触媒が劣化しているときは、NH₃とNO_xの反応が起こりにくくなるため、添加周波数の差に対して前記変更差が小さくなる。

【0058】

したがって、前記変更差E_{nox}の絶対値が閾値より小さければ、選択還元型触媒が劣化していると判定することができる。なお、ここでいう「閾値」は、選択還元型触媒が劣化していないときに前記変更差E_{nox}の絶対値が取り得る最小値からマージンを差し引いた値であり、予め実験などを利用した適合処理によって求められた値である。

【0059】

また、前記変更差E_{nox}の絶対値は、選択還元型触媒の劣化度合いが大きくなるほど（選択還元型触媒の劣化が進行するほど）、小さくなる傾向がある。よって、ECU9は、前記変更差E_{nox}の絶対値が前記閾値より小さい場合は、前記絶対値と前記閾値との差が大きくなるほど選択還元型触媒の劣化度合いが大きいと判定してもよい。

【0060】

このような方法に従って選択還元型触媒の劣化判定処理が実行されると、一定期間あたりの還元剤の添加量を変更することなく、選択還元型触媒の劣化を判定することができる。そのため、選択還元型触媒へ供給される還元剤が過剰になったり、或いは過少になったりすることもない。その結果、選択還元型触媒をすり抜けるNH₃の量が過剰に多くなったり、選択還元型触媒で浄化されるNO_xの量が過剰に少なくなったりする事態を回避しつつ、選択還元型触媒の劣化を判定することができる。つまり、劣化判定処理の実施に起

10

20

30

40

50

因した排気エミッションの増加を少なく抑えることができる。また、本実施例の劣化判定処理は還元剤の添加期間中に遂行されるため、選択還元型触媒の劣化を速やかに検出することも可能となる。

【0061】

ところで、選択還元型触媒より上流の排気通路に酸化触媒が配置される場合は、該酸化触媒から流出する一酸化窒素(NO)の量と二酸化窒素(NO_2)の量の比率(NO_2/NO 比率)に応じて選択還元型触媒の NO_x 浄化率が変化する可能性がある。しかしながら、本実施例の変更処理は一回の添加期間中の短い時間に遂行されるため、添加周波数が変更されているときと変更されていないときにおいて前記 NO_2/NO 比率が大幅に変化する可能性が低くなる。よって、前記 NO_2/NO 比率に起因した判定精度の低下を抑制することができる。

10

【0062】

また、上流側 NO_x センサ6及び下流側 NO_x センサ7の測定値は、上流側 NO_x センサ6及び下流側 NO_x センサ7の初期交差や経時変化等に起因した誤差を含む場合がある。また、還元剤添加弁5から実際に添加される還元剤の量(以下、「実添加量」と目録添加量との間には、還元剤添加弁5の初期交差や経時変化等に起因した誤差が生じる場合がある。それらの場合において、前記式に基づいて算出される NO_x 浄化率 E_{nox} は、上流側 NO_x センサ6及び下流側 NO_x センサ7の測定誤差や実添加量の誤差を含む値となる。

【0063】

しかしながら、前記第一 NO_x 浄化率 E_{nox1} と前記第二 NO_x 浄化率 E_{nox2} は、同等の誤差を含む。そのため、前記変更差 E_{nox} は、前記測定誤差や前記実添加量の誤差が相殺された値となる。よって、本実施例の劣化判定処理によれば、前記測定誤差や前記実添加量の誤差が生じている場合であっても、選択還元型触媒の劣化を判定することができる。

20

【0064】

ここで、従来の劣化判定方法として、 NO_x 浄化率と正常値(選択還元型触媒が劣化していないときの NO_x 浄化率)とを比較することにより、選択還元型触媒の劣化を判定する方法が知られている。このような方法を用いる場合は、前記測定誤差や前記実添加量の誤差を考慮して正常値を決定する必要がある。つまり、正常値は、一つの値ではなく、複数の値を含む範囲として設定される必要がある。しかしながら、選択還元型触媒が劣化している場合であっても、該選択還元型触媒へ流入する NO_x 量が多くなると、 NO_x 浄化率が正常値の範囲に属する可能性がある。そのため、前記従来の劣化判定方法は、選択還元型触媒の NO_x 流入量が多くなる運転領域では実施することができなかった。

30

【0065】

これに対し、本実施例の劣化判定処理には、前記測定誤差や前記実添加量の誤差を考慮する必要がない。その結果、選択還元型触媒の NO_x 流入量が多くなる運転領域においても、劣化判定処理を行うことが可能になる。すなわち、前記従来の劣化判定方法より広い運転領域において劣化判定処理を実行することができる。よって、本実施例の劣化判定処理は、前記従来の劣化判定方法より早い時期に選択還元型触媒の劣化を検出することも可能になる。

40

【0066】

また、前記式に基づいて算出される NO_x 浄化率 E_{nox} は、上流側 NO_x センサ6や下流側 NO_x センサ7が故障している場合、又は還元剤添加弁5やポンプ50が故障している場合にも変化する。そのため、選択還元型触媒が劣化していないにもかかわらず、前記変更差 E_{nox} の絶対値が前記閾値を下回る可能性がある。一方、選択還元型触媒が劣化しているにもかかわらず、前記変更差 E_{nox} の絶対値が前記閾値以上になる可能性もある。よって、還元剤添加弁5の異常検出処理は、上流側 NO_x センサ6及び下流側 NO_x センサ7が正常であること、並びに還元剤添加弁5やポンプ50が正常であることを条件として、実施されることが望ましい。

50

【 0 0 6 7 】

そこで、ECU9は、選択還元型触媒の劣化判定処理を実行する前に、上流側NO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7の故障判定処理、並びに還元剤添加弁5やポンプ50の故障判定処理を実行するようにした。

【 0 0 6 8 】

たとえば、ECU9は、上流側NO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7の通電チェックを実施することにより断線の有無を判定する。上流側NO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7の断線が発生していない場合は、ECU9は、還元剤添加弁5が還元剤を噴射していないときのNO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7の出力信号の差に基づいて、上流側NO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7の測定精度の低下を判定する。すなわち、ECU9は、還元剤添加弁5が還元剤を噴射していないときのNO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7の出力信号の差が一定値以下であれば、上流側NO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7の測定精度が許容範囲内であると判定する。このような判定は、選択還元型触媒がNH₃を吸着していないときに実施されることが望ましい。

10

【 0 0 6 9 】

一方、ECU9は、添加周波数を高めたときのNO_x浄化率の変化量に基づいて、還元剤添加弁5及びポンプ50の故障を判定（診断）する。ここで、還元剤添加弁5から実際に添加される還元剤の量（以下、「実添加量」と称する）が目標添加量から乖離している場合のNO_x浄化率E_{nox}を図3に示す。図3中の実線は実添加量が目標添加量から乖離しているときのNO_x浄化率E_{nox}を示し、図3中の一点鎖線は実添加量が目標添加量と略同等であるときのNO_x浄化率E_{nox}を示す。

20

【 0 0 7 0 】

図3に示すように、実添加量が目標添加量と略同等であるときは、選択還元型触媒のNO_x浄化率E_{nox}が略一定の値を示す。これに対し、実添加量が目標添加量から乖離しているときは、選択還元型触媒のNO_x浄化率E_{nox}が一定値に安定せず、時間の経過とともにランダムな値を示す。

【 0 0 7 1 】

そこで、ECU9は、添加周波数を高めたときのNO_x浄化率の変化量が基準値より大きいことを条件として、還元剤添加弁5又はポンプ50が故障していると判定するようにした。ここでいう「基準値」は、実添加量と目標添加量の差が許容範囲内にあるときに、NO_x浄化率E_{nox}の変化量が取り得る最大値にマージンを加算した値である。

30

【 0 0 7 2 】

上記した方法により上流側NO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7が故障していないと判定され、且つ還元剤添加弁5及びポンプ50が故障してないと判定されたときに、選択還元型触媒の劣化判定処理が実行されると、上流側NO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7の故障や、還元剤添加弁5及びポンプ50の故障に起因した判定精度の低下を抑制することができる。

【 0 0 7 3 】

以下、本実施例における劣化判定処理の実行手順について図4に沿って説明する。図4は、ECU9が選択還元型触媒の劣化を判定する際に行う処理ルーチンを示すフローチャートである。この処理ルーチンは、予めECU9のROM等に記憶されており、ECU9によって周期的に実行される。

40

【 0 0 7 4 】

図4の処理ルーチンでは、ECU9は、先ずS101において上流側NO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7が正常であるか否かを判別する。詳細には、ECU9は、先ず上流側NO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7の通電チェックを実施する。通電チェックにより断線が発生してないと判定された場合は、ECU9は、還元剤添加弁5が還元剤を噴射していないときのNO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7の出力信号の差に基づいて、上流側NO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7の測定精度の低下を判定する。

【 0 0 7 5 】

50

前記S101において断線が発生していると判定された場合、又は上流側NO_xセンサ6又は下流側NO_xセンサ7の測定精度が低下していると判定された場合は、ECU9は、S111の処理へ進み、上流側NO_xセンサ6と下流側NO_xセンサ7の少なくとも一方が故障していると判定する。また、前記S101において断線が発生しておらず、且つ上流側NO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7の測定精度が低下していないと判定された場合は、ECU9は、S102の処理へ進む。

【0076】

S102では、ECU9は、還元剤添加弁5及びポンプ50を含む添加系が正常であるか否かを判別する。詳細には、ECU9は、還元剤添加弁5から還元剤が添加されているときに、一定期間あたりの添加量を変更せずに添加周波数を高める（添加間隔を短くする）。ECU9は、添加周波数が高められているときに、上流側NO_xセンサ6及び下流側NO_xセンサ7の測定値と前記式とに基づいて、単位時間あたりのNO_x浄化率E_{nox}の変化量を演算する。次いで、ECU9は、単位時間あたりのNO_x浄化率E_{nox}の変化量が前記基準値以下であるか否かを判別する。

10

【0077】

前記S102において単位時間あたりのNO_x浄化率E_{nox}の変化量が前記基準値より大きいと判定された場合は、ECU9は、S112へ進み、添加系が故障していると判定する。一方、前記S102において単位時間あたりのNO_x浄化率E_{nox}の変化量が前記基準値以下であると判定された場合は、S103へ進む。なお、ECU9がS102及びS112の処理を実行することにより、本発明に係わる診断手段が実現される。

20

【0078】

前記S111において上流側NO_xセンサ6と下流側NO_xセンサ7の少なくとも一方が故障していると判定された場合、又は前記S112において添加系が故障していると判定された場合は、ECU9は、選択還元型触媒の劣化判定処理を実行せずに本ルーチンの実行を終了する。その結果、上流側NO_xセンサ6又は下流側NO_xセンサ7の故障や、還元剤添加弁5又はポンプ50の故障等に起因した誤判定が抑制される。

【0079】

S103では、ECU9は、還元剤の添加期間中であるか否かを判別する。S103において否定判定された場合は、ECU9は、本ルーチンの実行を終了する。なお、S103において否定判定された場合は、ECU9は、還元剤の添加が開始されるまで該S103の処理を繰り返し実行してもよい。S103において肯定判定された場合は、ECU9は、S104へ進む。

30

【0080】

S104では、ECU9は、上流側NO_xセンサ6の出力信号（NO_x流入量）A_{NO_xin}と下流側NO_xセンサ7の出力信号（NO_x流出量）A_{NO_xout}を読み込み、第一NO_x浄化率E_{nox1}を演算する。すなわち、ECU9は、添加周波数に変更されていないときの選択還元型触媒のNO_x浄化率（第一NO_x浄化率E_{nox1}）を演算する。

【0081】

S105では、ECU9は、添加周波数を変更すべく還元剤添加弁5を制御する。続いて、S106では、ECU9は、上流側NO_xセンサ6の出力信号（NO_x流入量）A_{NO_xin}と下流側NO_xセンサ7の出力信号（NO_x流出量）A_{NO_xout}を再度読み込み、第二NO_x浄化率E_{nox2}を演算する。すなわち、ECU9は、添加周波数に変更されているときの選択還元型触媒のNO_x浄化率（第二NO_x浄化率E_{nox2}）を演算する。

40

【0082】

ECU9がS104及びS106の処理を実行することにより、本発明に係わる演算手段が実現される。また、ECU9がS105の処理を実行することにより、本発明に係わる変更手段が実現される。

【0083】

S107では、ECU9は、前記S104で算出された第一NO_x浄化率E_{nox1}と前記S106で算出された第二NO_x浄化率E_{nox2}との差（変更差）E_{nox}（＝

50

$E_{nox2} - E_{nox1}$) を演算する。

【0084】

S108では、ECU9は、前記S107で算出された変更差 E_{nox} の絶対値が閾値以上であるか否かを判別する。S108において肯定判定された場合 ($|E_{nox}|$ 閾値) は、ECU9は、S109へ進み、選択還元型触媒が正常である (選択還元型触媒が劣化していない) と判定する。一方、S108において否定判定された場合 ($|E_{nox}| < \text{閾値}$) は、ECU9は、S110へ進み、選択還元型触媒が劣化していると判定する。その際、ECU9は、 $|E_{nox}|$ と閾値との差が大きくなるほど、選択還元型触媒の劣化度合いが大きいと判定してもよい。また、前記S110において選択還元型触媒が劣化していると判定された場合は、ECU9は、選択還元型触媒が劣化している旨を示す情報をバックアップRAM等に記憶させるとともに、運転者に選択還元型触媒の劣化を報知してもよい。

10

【0085】

なお、ECU9が前記S108乃至S111まるの処理を実行することにより、本発明に係わる判定手段が実現される。

【0086】

以上述べた実施例によれば、排気エミッションの増加を少なく抑えつつ、選択還元型触媒の劣化判定処理を実施することが可能となる。また、本実施例の劣化判定処理は還元剤の添加期間中に遂行されるため、選択還元型触媒の劣化を早期に検出することができる。さらに、本実施例の劣化判定処理によれば、上流側 NO_x センサ6及び下流側 NO_x センサ7の測定誤差や実添加量の誤差が生じている場合であっても、選択還元型触媒の劣化を判定することができる。

20

【0087】

<実施例2>

次に、本発明に係わる排気浄化装置の劣化検出システムの第2の実施例について図5乃至図7に基づいて説明する。ここでは、前述した第1の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

【0088】

前述した第1の実施例と本実施例との相違点は、選択還元型触媒が所定の温度範囲にあるときに、劣化判定処理を実行する点にある。

30

【0089】

図5は、選択還元型触媒の温度 T_{cat} と NO_x 浄化率 E_{nox} との関係を示す図である。図5中の実線は選択還元型触媒が劣化していないときの NO_x 浄化率を示し、図5中の一点鎖線は選択還元型触媒が劣化しており且つ NH_3 吸着量が多いときの NO_x 浄化率を示し、図5中に二点鎖線は選択還元型触媒が劣化しており且つ NH_3 吸着量が少ないときの NO_x 浄化率を示す。

【0090】

図5において、選択還元型触媒の温度 T_{cat} が所定温度 T_{cat1} より低いときは、選択還元型触媒が劣化していない場合の NO_x 浄化率と劣化している場合の NO_x 浄化率との差が小さくなる。この傾向は、選択還元型触媒の NH_3 吸着量が多くなるほど顕著となる。さらに、選択還元型触媒の NH_3 吸着量が多い場合は、還元剤の添加周波数や選択還元型触媒の劣化状態にかかわらず、 NO_x 浄化率 E_{nox} が大きくなる可能性もある。よって、選択還元型触媒の NH_3 吸着量が多いときの前記変更差 E_{nox} の絶対値は、還元剤の添加周波数や選択還元型触媒の劣化状態にかかわらず小さくなる可能性がある。

40

【0091】

これに対し、選択還元型触媒の温度 T_{cat} が所定温度 T_{cat1} 以上であるときは、選択還元型触媒が劣化していない場合の NO_x 浄化率と劣化している場合の NO_x 浄化率との差が大きくなる。また、選択還元型触媒の温度 T_{cat} が所定温度 T_{cat1} 以上であるときは、図5中の一点鎖線と二点鎖線が略同等の NO_x 浄化率を示す。これは、選択還元型触媒の温度が所定温度 T_{cat1} 以上であるときは、該選択還元型触媒が吸着可能な

50

NO_xの量（以下、「NH₃吸着容量」と称する）が小さくなるため、NH₃吸着量がNO_x浄化率E_{nox}に及ぼす影響が小さくなると考えられる。

【0092】

したがって、選択還元型触媒の温度がNH₃吸着容量の少なくなる最低の温度、好ましくはNH₃吸着容量が零となる最低の温度（下限値）以上であることを条件として、選択還元型触媒の劣化判定処理が実行されることが望ましい。その際、前記下限値は、選択還元型触媒の基材、触媒担体、及び触媒の材質によって変化するため、それらの材質に応じて定められることが望ましい。

【0093】

前記選択還元型触媒の温度が前記下限値以上となる場合としては、第一触媒ケーシング3に收容されたパティキュレートフィルタの再生処理が実行されているときや再生処理の実行終了直後などが考えられる。よって、選択還元型触媒の劣化判定処理は、パティキュレートフィルタの再生処理が実行されているときや実行終了直後に実行されてもよい。

10

【0094】

また、第一触媒ケーシング3の酸化触媒へ未燃燃料を供給することにより、第一触媒ケーシング3から流出する排気の温度（第二触媒ケーシング4へ流入する排気の温度）を前記下限値以上まで高めることも可能である。よって、膨張行程中又は排気行程中の気筒の燃料噴射弁から燃料を噴射（ポスト噴射又はアフター噴射）させることにより、第二触媒ケーシング4内の雰囲気温度を前記下限値以上に高めてもよい。

【0095】

20

ところで、選択還元型触媒のNH₃吸着容量は、図6に示すように、選択還元型触媒の温度が高くなるほど小さくなる傾向がある。しかしながら、選択還元型触媒の温度が過剰に高くなると、選択還元型触媒の劣化状態や還元剤の添加周波数にかかわらず、選択還元型触媒のNO_x浄化率が小さくなる傾向がある。たとえば、前述の図5において、選択還元型触媒の温度が所定温度T_{cat2}より高くなると、選択還元型触媒が劣化していない場合のNO_x浄化率と劣化している場合のNO_x浄化率との差が小さくなる。そのため、選択還元型触媒の温度が過剰に高いときに劣化判定処理が実行されると、選択還元型触媒が劣化していないにもかかわらず、選択還元型触媒が劣化していると誤判定される可能性がある。

【0096】

30

したがって、選択還元型触媒の劣化判定処理は、選択還元型触媒の温度が前記下限値以上且つ上限値以下の温度範囲にあるときに実行されることが望ましい。ここでいう「上限値」は、前述の図5中のT_{cat2}に相当し、選択還元型触媒が劣化していないときの変更差E_{nox}の絶対値と前記閾値との差が判定精度を確保し得る最小の大きさになる温度からマージンを差し引いた温度である。言い換えると、「上限値」は、選択還元型触媒が劣化していないときの変更差E_{nox}の絶対値と選択還元型触媒が劣化しているときの変更差E_{nox}の絶対値との差が顕著となる最低の温度からマージンを差し引いた温度である。その際、前記上限値は、前記下限値と同様に、選択還元型触媒の基材、触媒担体、及び触媒の材質によって変化する。よって、前記上限値は、選択還元型触媒の基材、触媒担体、及び触媒の材質に応じて定めるものとする。

40

【0097】

以上述べたように、選択還元型触媒の温度T_{cat}が所定の温度範囲にあるときに選択還元型触媒の劣化判定処理が実行されると、NH₃吸着量に起因した判定精度の低下を抑制することができる。言い換えると、選択還元型触媒の温度T_{cat}が所定の温度範囲にあるときに選択還元型触媒の劣化判定処理が実行されると、選択還元型触媒の劣化判定をより正確に行うことが可能になる。

【0098】

以下、本実施例における劣化判定処理の実行手順について図7に沿って説明する。図7は、ECU9が選択還元型触媒の劣化を判定する際に実行する処理ルーチンを示すフローチャートである。この処理ルーチンは、予めECU9のROM等に記憶されており、EC

50

U9によって周期的に実行される。なお、図7の処理ルーチンにおいて、前述した第1の実施例の処理ルーチン(図4を参照)と同等の処理には、同一の符号が付されている。

【0099】

図7の処理ルーチンでは、ECU9は、先ずS201において、選択還元型触媒の温度Tcatが前記下限値Tcat1より低いかなかを判別する。その際、選択還元型触媒の温度Tcatとしては、排気温度センサ8の出力信号を用いるものとする。

【0100】

前記S201において否定判定された場合(Tcat > Tcat1)は、ECU9は、後述するS202及びS203の処理をスキップしてS204の処理へ進む。一方、前記S201において肯定判定された場合(Tcat < Tcat1)は、ECU9は、S202の処理へ進む。

10

【0101】

S202では、ECU9は、昇温処理を実行する。詳細には、ECU9は、膨脹行程中又は排気行程中の気筒の燃料噴射弁から燃料を噴射(ポスト噴射又はアフター噴射)させることにより、未燃燃料を第一触媒ケーシング3の酸化触媒へ供給する。その場合、未燃燃料が酸化触媒により酸化される。未燃燃料が酸化される際に発生する反応熱は、第一触媒ケーシング3を流通する排気に伝達される。その結果、第一触媒ケーシング3から流出する排気の温度、言い換えれば第二触媒ケーシング4へ流入する排気の温度が上昇する。よって、選択還元型触媒は、排気の熱を受けて昇温することになる。

【0102】

20

S203では、ECU9は、選択還元型触媒の温度Tcatが前記下限値Tcat1以上に上昇したかなかを判別する。S203において否定判定された場合(Tcat < Tcat1)は、ECU9は、該S203の処理を繰り返し実行する。一方、S203において肯定判定された場合(Tcat > Tcat1)は、ECU9は、S204の処理へ進む。

【0103】

S204では、ECU9は、選択還元型触媒の温度Tcatが上限値Tcat2以下であるかなかを判別する。S204において否定判定された場合(Tcat > Tcat2)は、ECU9は、S205の処理へ進み、昇温処理を終了させる。詳細には、ECU9は、燃料噴射弁によるポスト噴射又はアフター噴射を停止させる。一方、S204において肯定判定された場合(Tcat < Tcat2)は、ECU9は、S101の処理へ進む。なお、S101以降の処理は、前述した第1の実施例の処理ルーチンと同様である。

30

【0104】

このようにECU9が図7の処理ルーチンに従って選択還元型触媒の劣化判定処理を実行した場合は、前述した第1の実施例と同様の効果を得ることができるとともに、劣化判定処理の判定精度を高めることもできる。

【0105】

<実施例3>

次に、本発明に係わる排気浄化装置の劣化検出システムの第3の実施例について図8乃至図9に基づいて説明する。ここでは、前述した第1の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

40

【0106】

前述した第1の実施例と本実施例との相違点は、選択還元型触媒が新品状態又は新品同様の状態にあるときは、劣化判定処理に用いられる閾値を小さくする点にある。

【0107】

図8は、選択還元型触媒が劣化していない場合において、排気浄化装置が搭載された車両の走行距離Rdと前記変更差Enoxの絶対値(|Enox|)との関係を示す図である。なお、ここでいう「走行距離」は、新品状態の選択還元型触媒が車両に搭載された時点から車両が走行した距離の累積値である。

【0108】

50

図 8 に示すように、車両の走行距離 R_d が一定距離 R_{d1} 以上であるときは、前記変更差 E_{nox} の絶対値が閾値より大きくなる。一方、車両の走行距離 R_d が前記一定距離 R_{d1} より短いときは、前記変更差 E_{nox} の絶対値が閾値より小さくなる。これは、選択還元型触媒が新品状態（又は新品同様の状態）にあるときは、該選択還元型触媒の酸化能力が高いため、 NO_x から還元された N_2 が NO や NO_2 等の NO_x に再酸化されると考えられる。

【0109】

そこで、本実施例では、車両の走行距離 R_d が一定距離 R_{d1} 未満であるときに選択還元型触媒の劣化判定処理が実行される場合は、車両の走行距離 R_d が一定距離 R_{d1} 以上であるときに選択還元型触媒の劣化判定処理が実行される場合に比べ、前記閾値が小さい値に設定されるようにした。ここでいう「一定距離」は、予め実験等を利用した適合処理によって求められた走行距離である。

10

【0110】

このような方法により閾値が定められると、選択還元型触媒が新品状態又は新品同様の状態にあるときに選択還元型触媒の劣化判定処理が実行された場合の判定精度の低下、たとえば、選択還元型触媒が劣化していないにもかかわらず劣化していると誤判定される事態を回避することができる。

【0111】

以下、本実施例における劣化判定処理の実行手順について図 9 に沿って説明する。図 9 は、ECU9 が選択還元型触媒の劣化を判定する際に実行する処理ルーチンを示すフローチャートである。この処理ルーチンは、予め ECU9 の ROM 等に記憶されており、ECU9 によって周期的に実行される。なお、図 9 の処理ルーチンにおいて、前述した第 1 の実施例の処理ルーチン（図 4 を参照）と同等の処理には、同一の符号が付されている。

20

【0112】

図 9 の処理ルーチンでは、ECU9 は、S102 の処理において肯定判定された場合に、S301 の処理を実行する。S301 では、ECU9 は、車両の走行距離 R_d が一定距離 R_{d1} 未満であるか否かを判別する。S301 において否定判定された場合（ $R_d > R_{d1}$ ）は、ECU9 は、後述する S302 の処理をスキップして S103 の処理へ進む。一方、S301 において肯定判定された場合（ $R_d < R_{d1}$ ）は、ECU9 は、S302 の処理へ進む。

30

【0113】

S302 では、ECU9 は、閾値の大きさを変更する。詳細には、ECU9 は、走行距離 R_d が一定距離 R_{d1} 以上であるときに比べ、閾値を小さい値に変更する。その際の閾値は、選択還元型触媒が未劣化の新品状態にあるときに前記変更差の絶対値が取り得る値より小さい値であり、予め実験等を利用した適合処理によって定められた値である。

【0114】

ECU9 は、前記 S302 の処理を実行した後に、S103 の処理へ進む。なお、S103 以降の処理は、前述した第 1 の実施例の処理ルーチンと同様である。

【0115】

ECU9 が図 9 の処理ルーチンに従って選択還元型触媒の劣化判定処理を実行した場合は、前述した第 1 の実施例と同様の効果を得ることができるとともに、選択還元型触媒が新品状態又は新品同様の状態にあるときの判定精度の低下を抑制することができる。

40

【0116】

なお、本実施例では、選択還元型触媒の酸化能力が高くなる期間を判別するためのパラメータとして、車両の走行距離 R_d を用いる例について述べたが、新品状態の選択還元型触媒が車両に搭載された時点からの内燃機関 1 の運転時間の累積値、排気温度の積算値、或いは燃料噴射量の積算値であってもよい。要するに、選択還元型触媒の酸化能力の低下と相関するパラメータであれば、如何なるパラメータを用いてもよい。

【0117】

また、本実施例と前述した第 2 の実施例は組み合わせることができる。その場合、劣化

50

判定処理の判定精度をより一層高めることができる。

【 0 1 1 8 】

< 他の実施例 >

前述した第 1 乃至第 3 の実施例では、酸化触媒及びパティキュレートフィルタを収容した第一触媒ケーシング 3 の下流に、選択還元型触媒を収容した第二触媒ケーシング 4 が配置される構成において、選択還元型触媒の劣化判定処理を実行する例について述べた。しかしながら、本発明を適用する構成は、上記の構成に限定されるものではない。たとえば、本発明の劣化判定処理は、図 10 に示すように、選択還元型触媒が収容された第二触媒ケーシング 4 より上流の排気通路 2 に酸化触媒を収容した第三触媒ケーシング 30 が配置され、第二触媒ケーシング 4 より下流の排気通路にパティキュレートフィルタを収容した第四触媒ケーシング 31 が配置された構成においても実行することができる。また、本発明の劣化判定処理は、図 11 に示すように、酸化触媒を収容した第五触媒ケーシング 32 の下流に、選択還元型触媒とパティキュレートフィルタを収容した第六触媒ケーシング 33 が配置される構成においても実行することができる。その際、選択還元型触媒は、パティキュレートフィルタと別体の触媒担体に担持されてもよく、パティキュレートフィルタに担持されてもよい。

10

【 符号の説明 】

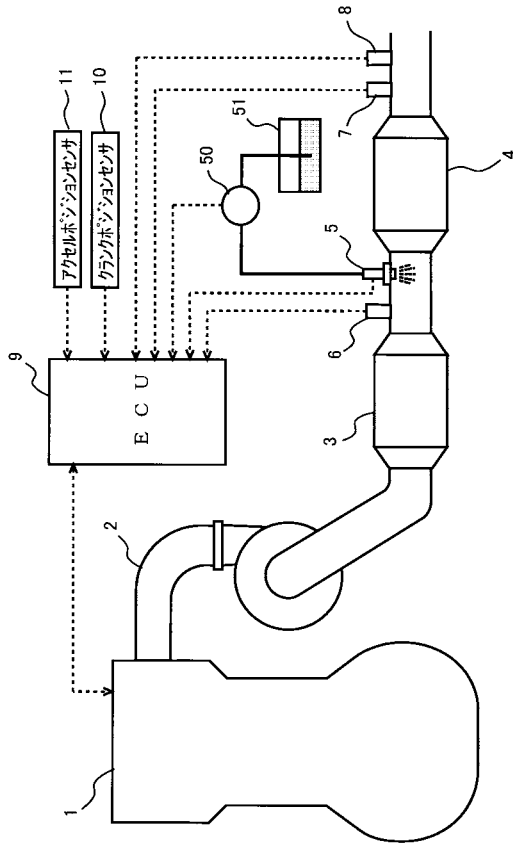
【 0 1 1 9 】

- 1 内燃機関
- 2 排気通路
- 3 第一触媒ケーシング
- 4 第二触媒ケーシング
- 5 還元剤添加弁
- 6 上流側 NO_x センサ
- 7 下流側 NO_x センサ
- 8 排気温度センサ
- 9 ECU
- 30 第三触媒ケーシング
- 31 第四触媒ケーシング
- 32 第五触媒ケーシング
- 33 第六触媒ケーシング
- 50 ポンプ
- 51 還元剤タンク

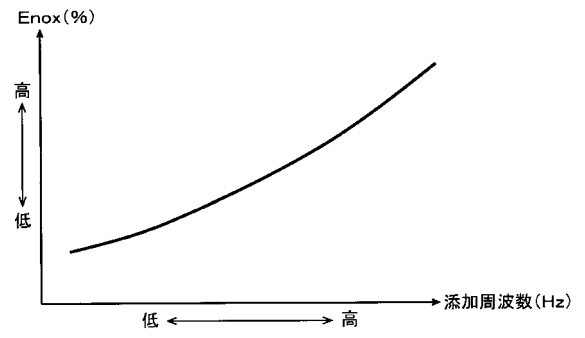
20

30

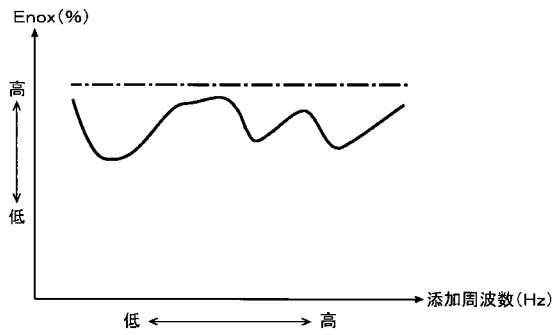
【図1】



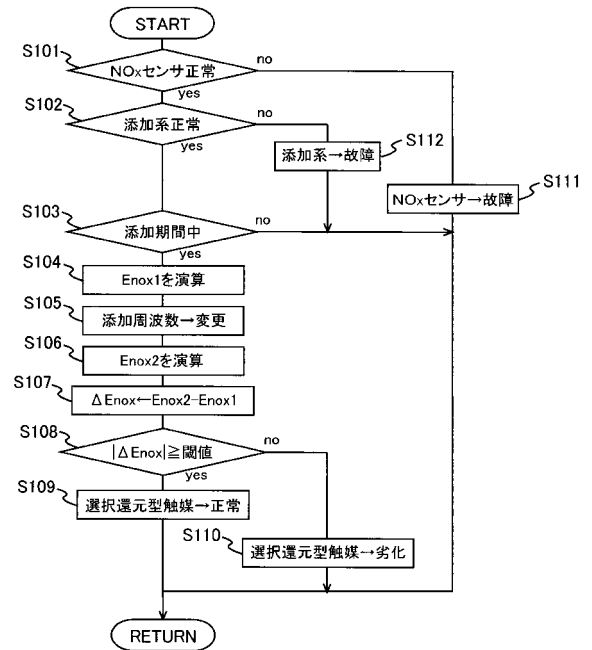
【図2】



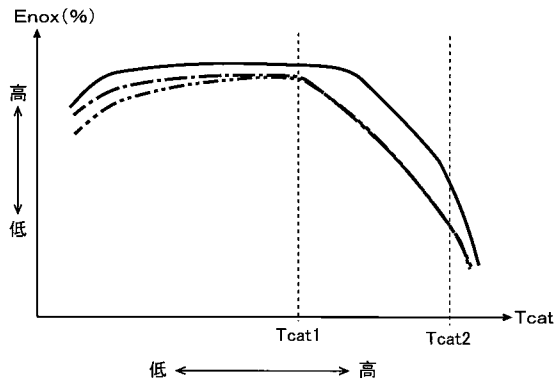
【図3】



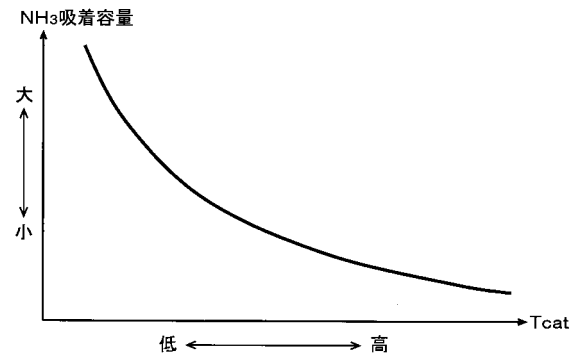
【図4】



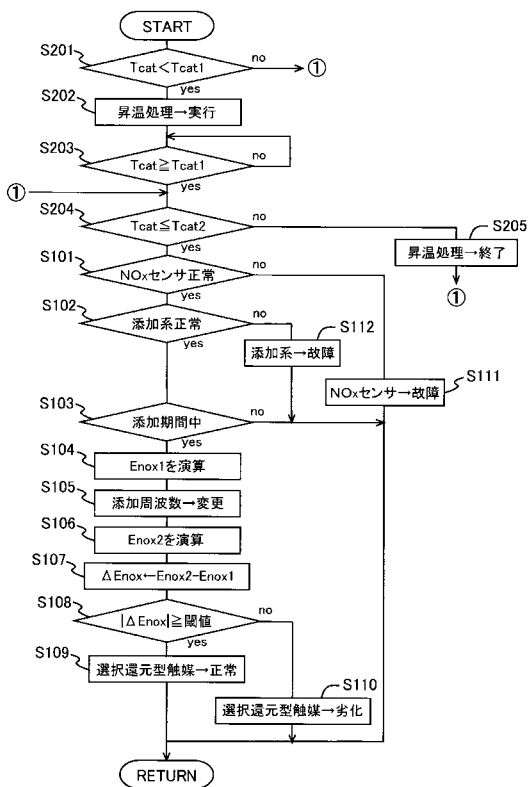
【 図 5 】



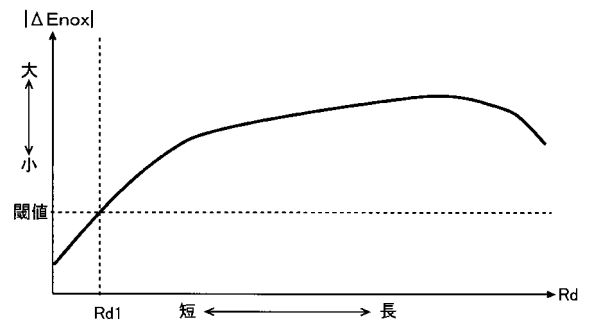
【 図 6 】



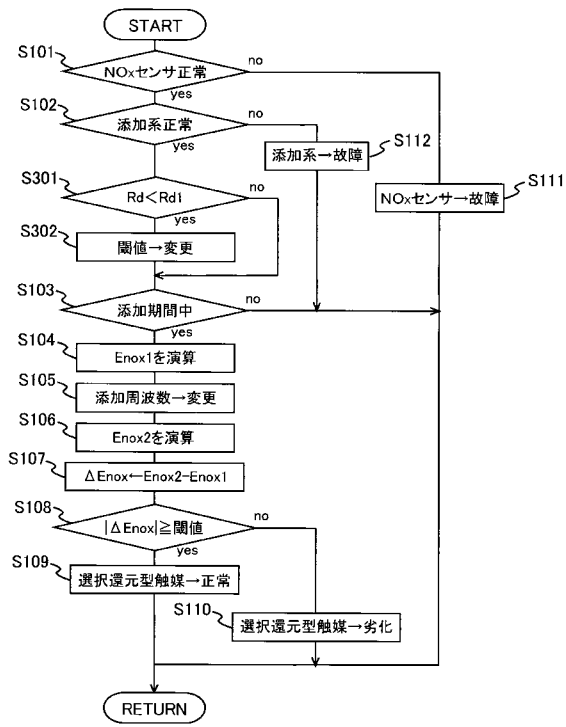
【 図 7 】



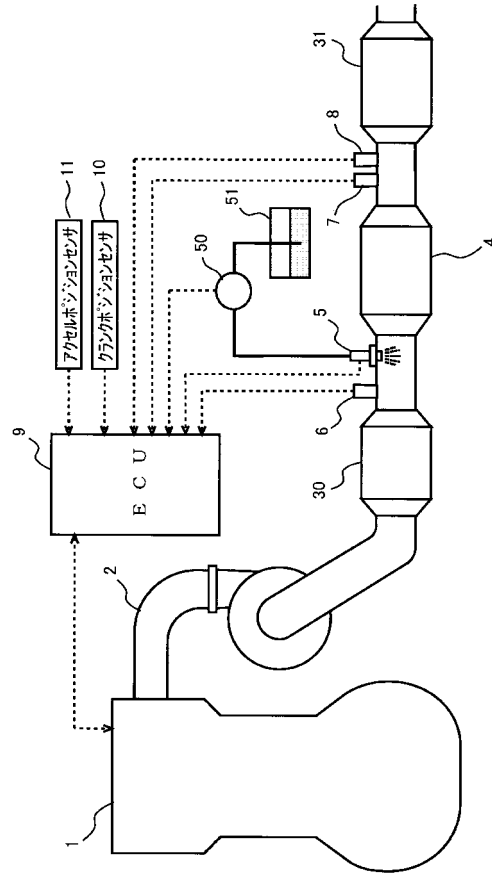
【 図 8 】



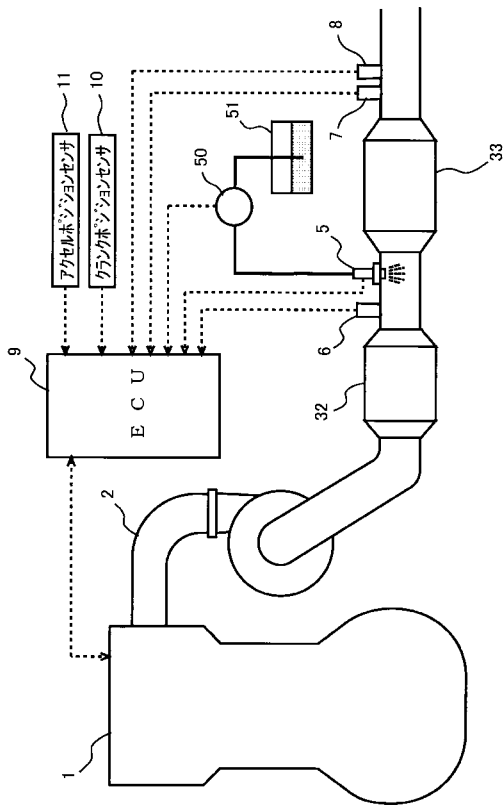
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2012/066022
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F01N3/08(2006.01) i, B01D53/94(2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F01N3/08, B01D53/94		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-31826 A (Toyota Motor Corp.), 16 February 2012 (16.02.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2011-226293 A (Toyota Motor Corp.), 10 November 2011 (10.11.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	WO 2009/150752 A1 (Toyota Motor Corp.), 17 December 2009 (17.12.2009), entire text; all drawings & US 2010/0257922 A1 & EP 2284370 A1	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 02 August, 2012 (02.08.12)		Date of mailing of the international search report 14 August, 2012 (14.08.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 2 / 0 6 6 0 2 2									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F01N3/08(2006.01)i, B01D53/94(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F01N3/08, B01D53/94											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2012年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2012年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2012年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2012年	日本国実用新案登録公報	1996-2012年	日本国登録実用新案公報	1994-2012年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2012年										
日本国実用新案登録公報	1996-2012年										
日本国登録実用新案公報	1994-2012年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 2012-31826 A (トヨタ自動車株式会社) 2012.02.16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8									
A	JP 2011-226293 A (トヨタ自動車株式会社) 2011.11.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8									
A	WO 2009/150752 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2009.12.17, 全文, 全図 & US 2010/025792 A1 & EP 2284370 A1	1-8									
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 02.08.2012		国際調査報告の発送日 14.08.2012									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 菅野 裕之	3G 3515								
		電話番号 03-3581-1101 内線	3355								

フロントページの続き

(72)発明者 浅浦 慎也

日本国愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G091 AA12 AA17 AA18 AB02 AB05 AB13 BA33 CA17 EA01 EA07
EA17 EA22 EA33 GA06 GB01X GB06W GB07W GB09X GB17X HA10
HA15 HA36 HA37
4D048 AA06 AB02 AC03 CD06 DA01 DA02 DA08 DA10

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。