

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5880593号
(P5880593)

(45) 発行日 平成28年3月9日(2016.3.9)

(24) 登録日 平成28年2月12日(2016.2.12)

(51) Int.Cl. F 1
FO1N 3/08 (2006.01) FO1N 3/08 G

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-23174 (P2014-23174)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成26年2月10日 (2014. 2. 10)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2015-148224 (P2015-148224A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成27年8月20日 (2015. 8. 20)	(74) 代理人	100100549
審査請求日	平成27年3月3日 (2015. 3. 3)		弁理士 川口 嘉之
		(74) 代理人	100085006
			弁理士 世良 和信
		(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】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の排気通路に設けられ、アンモニアを還元剤として排気中のNO_xを選択還元する選択還元型NO_x触媒と、

前記選択還元型NO_x触媒よりも上流の排気通路に還元剤を供給する供給装置と、

を備える内燃機関の排気浄化装置において、

前記供給装置に付着している粒子状物質の量を減少させる所定の条件が成立している場合には所定の条件が成立していない場合よりも前記供給装置から1回当たりに供給する還元剤の量を多くし、且つ、前記所定の条件が成立している場合において前記選択還元型NO_x触媒の温度が所定温度未満の場合には前記選択還元型NO_x触媒の温度が所定温度以上の場合よりも前記供給装置からの還元剤の供給間隔を長くする制御装置を備える内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】

前記制御装置は、前記所定条件が成立している場合で且つ前記選択還元型NO_x触媒の温度が所定温度以上の場合には、前記供給装置から1回当たりに供給する還元剤の量を多くしたことに応じて、前記所定条件が成立していない場合または前記選択還元型NO_x触媒の温度が所定温度未満の場合よりも、前記内燃機関から排出されるNO_x量を多くする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】

前記制御装置は、前記所定の条件が成立しており且つ前記選択還元型NO_x触媒の温度

が所定温度未満の場合には、前記1回当たりに供給する還元剤の量を多くしたことに応じて、前記供給装置から供給する還元剤の供給間隔を長くする請求項1または2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】

前記制御装置は、前記選択還元型NOx触媒の温度が所定温度以上の場合には、前記所定条件が成立しているか否かにかかわらず、還元剤の供給間隔を一定とする請求項1または2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関の排気通路に設けられる排気浄化装置として、フィルタに選択還元型NOx触媒（以下、SCR触媒ともいう。）を担持させたものが開発されている。フィルタは、排気中の粒子状物質（以下、PMともいう。）を捕集する。SCR触媒は、アンモニア（NH₃）を還元剤として排気中のNOxを還元する。以下、このようなSCR触媒を担持したフィルタをSCR-Fともいう。

【0003】

SCR-Fよりも上流側には、排気中にアンモニア又はアンモニアの前駆体（例えば、尿素）を供給する還元剤添加弁が設置される。ここで、従来では、還元剤添加弁よりも下流側にフィルタを備えていた（例えば特許文献1参照。）。一方、SCR-Fでは、フィルタよりも上流に還元剤添加弁を備えている。フィルタよりも上流に還元剤添加弁を備えている場合には、還元剤添加弁の周りを流れる排気中のPM量が比較的多い。この排気中のPMが還元剤添加弁に付着することにより、噴孔の開口面積が狭くなるので、該還元剤添加弁から供給される単位時間当たりの還元剤量が減少する虞がある。このため、SCR触媒における還元剤量が不足して、NOx浄化率が低下する虞がある。なお、フィルタを備えていない場合にも同じことが言える。

【0004】

ここで、還元剤添加弁から還元剤を供給するときに、1回当たりの還元剤供給量を増加させることにより、還元剤添加弁に付着しているPMを還元剤の噴射力で除去することが考えられる。しかし、SCR触媒の温度が高いときには、SCR触媒が吸着可能な還元剤量が減少するため、1回当たりの還元剤供給量を増加させると、SCR触媒を通り抜ける還元剤が増加してしまう。また、SCR触媒の温度が低いときには、SCR触媒が吸着可能な還元剤量が比較的多いが、それでも吸着可能な還元剤量には限りがある。さらに、還元剤添加弁に付着しているPMを除去するときに、還元剤供給量が過剰であると、SCR触媒から還元剤が流出する虞がある。一方、還元剤供給量が不足すると、還元剤添加弁に付着しているPMを除去するときにNOx浄化率が低下する虞がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-190720号公報

【特許文献2】特開2012-036839号公報

【特許文献3】特開2013-170570号公報

【特許文献4】特開2013-144938号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、上記したような問題点を鑑みてなされたものであり、その目的は、NOx浄化率の低下を抑制しつつ、還元剤添加弁に付着しているPMの量を減少させることにある

10

20

30

40

50

。【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために本願では、
内燃機関の排気通路に設けられ、アンモニアを還元剤として排気中のNO_xを選択還元
する選択還元型NO_x触媒と、

前記選択還元型NO_x触媒よりも上流の排気通路に還元剤を供給する供給装置と、
を備える内燃機関の排気浄化装置において、

前記供給装置に付着している粒子状物質の量を減少させる所定の条件が成立している場
合には所定の条件が成立していない場合よりも前記供給装置から1回当たりに供給する還
元剤の量を多くし、且つ、前記所定の条件が成立している場合において前記選択還元型NO
10 _x触媒の温度が所定温度未満の場合には前記選択還元型NO_x触媒の温度が所定温度以上
の場合よりも前記供給装置からの還元剤の供給間隔を長くする制御装置を備える。

【0008】

選択還元型NO_x触媒（SCR触媒）は、フィルタに担持されていてもよい。また、供
給装置よりも下流側にSCR触媒とフィルタとを備えていてもよい。所定の条件は、供給
装置からPMを除去する要求がある場合に成立する。たとえば、供給装置に付着している
PM量、または、供給装置に付着しているPM量と相関関係にある値が閾値以上となった
場合に、所定の条件が成立するとしてもよい。また、たとえば、供給装置に付着している
PMが許容範囲を超えたときに所定の条件が成立するとしてもよい。さらに、たとえば、
20 所定の時間ごとに所定の条件が成立するとしてもよい。

【0009】

供給装置に付着しているPM量が多くなった場合に1回当たりの還元剤供給量を多くす
ることで、供給装置に付着しているPMを還元剤により除去することができる。ここで、
1回当たりの還元剤供給量が多くなるほど、PMを除去する効果大きい。なお、還元剤
の圧力を上昇させることにより、1回当たりの還元剤の供給量を多くしてもよいし、還元
剤の供給時間を長くすることにより、1回当たりの還元剤の供給量を多くしてもよい。

【0010】

ここで、SCR触媒の温度が低い場合には、高い場合よりも、該SCR触媒が吸着可能
な還元剤量が多くなる。すなわち、SCR触媒が吸着可能な還元剤の量は、SCR触媒の
30 温度によって変化する。SCR触媒の温度が比較的低い場合には、吸着可能な還元剤量で
あっても、SCR触媒の温度が比較的高い場合には、吸着することができなくなることも
ある。供給装置からPMを除去するためには、1回当たりの還元剤供給量を多くすること
が有効であるが、還元剤供給量を多くしても、SCR触媒の温度が高いと、一部の還元剤
がSCR触媒に吸着されずに該SCR触媒を通り抜ける虞がある。

【0011】

すなわち、SCR触媒の温度が低い場合には、SCR触媒に吸着可能な還元剤量が比較
的多いため、SCR触媒に供給する還元剤量を増加させても、SCR触媒に還元剤を吸着
させることができる。しかし、SCR触媒が吸着可能な還元剤量には限りがある。これに
対し、還元剤供給間隔を長くすることにより、SCR触媒から還元剤が流出することを抑
40 制できる。また、SCR触媒には十分な量の還元剤を吸着させておくことができるため、
還元剤供給間隔を長くしても、NO_x浄化率の低下は抑制される。一方、SCR触媒の温
度が高い場合には、SCR触媒が吸着可能な還元剤量が少なくなる。このため、1回当
たりの還元剤供給量を多くしたときに、SCR触媒が還元剤を吸着しきれずに、SCR触
媒から還元剤が流出し得る。したがって、SCR触媒の温度が高いときに、SCR触媒の温
度が低いときのように還元剤の供給間隔を長くすると、還元剤が不足する虞がある。これ
により、NO_x浄化率が低下する虞がある。

【0012】

そこで、制御装置は、SCR触媒の温度が所定温度未満の場合には、所定温度以上の場
合よりも、供給装置から供給する還元剤の供給間隔を長くする。SCR触媒の温度が所定
50

温度未満の場合には、SCR触媒に多くの還元剤を吸着させることができるため、還元剤の供給量の増加に応じて、還元剤の供給間隔を比較的長くすることができる。一方、SCR触媒の温度が所定温度以上の場合には、SCR触媒に多くの還元剤を吸着させることが困難なため、還元剤の供給間隔を比較的短くする。これにより、NOx浄化率が低下することを抑制できる。所定温度は、1回当たりの還元剤供給量及び還元剤供給間隔を大きくすると、NOx浄化率が低下する虞のある温度の下限値である。このようにして、NOx浄化率の低下を抑制しつつ、供給装置からの還元剤供給量が減少することを抑制できる。

【0013】

前記制御装置は、前記所定条件が成立している場合で且つ前記選択還元型NOx触媒の温度が所定温度以上の場合には、前記供給装置から1回当たりに供給する還元剤の量を多くしたことに応じて、前記所定条件が成立していない場合または前記選択還元型NOx触媒の温度が所定温度未満の場合よりも、前記内燃機関から排出されるNOx量を多くすることができる。

10

【0014】

SCR触媒へ供給する還元剤量が、SCR触媒に吸着可能な還元剤量よりも多いと、余剰の還元剤がSCR触媒から流出する虞がある。したがって、SCR触媒の温度が所定温度以上の場合に、1回当たりの還元剤供給量を多くすると、余剰の還元剤がSCR触媒から流出する虞がある。これに対し、還元剤供給量の増加に応じて、内燃機関から排出されるNOx量を増加させれば、SCR触媒における還元剤消費量を多くすることができるので、余剰の還元剤を減少させることができる。これにより、SCR触媒から流出する還元剤量を減少させることができる。

20

【0015】

前記制御装置は、前記所定の条件が成立しており且つ前記選択還元型NOx触媒の温度が所定温度未満の場合には、前記1回当たりに供給する還元剤の量を多くしたことに応じて、前記供給装置から供給する還元剤の供給間隔を長くすることができる。

【0016】

1回当たりの還元剤供給量を増加したときであっても、SCR触媒に還元剤が吸着されれば、還元剤の供給間隔を長くすることができる。ここで、SCR触媒に還元剤が吸着可能な範囲であれば、還元剤供給量と、還元剤供給間隔と、を変化させても、全体として同じ量の還元剤が供給されていれば、NOx浄化率はほとんど変わらない。このため、1回当たりの還元剤供給量を増加させたことに合わせて、還元剤の供給間隔を長くしても、NOx浄化率は高いまま維持することができる。

30

【0017】

前記制御装置は、前記選択還元型NOx触媒の温度が所定温度以上の場合には、前記所定条件が成立しているか否かにかかわらず、還元剤の供給間隔を一定とすることができる。

【0018】

SCR触媒の温度が所定温度以上の場合には、SCR触媒が吸着可能な還元剤量が少ないため、還元剤供給量を増加させたとしても、SCR触媒に吸着される還元剤量は増加しない。このため、還元剤供給量を増加させたときに還元剤の供給間隔を長くすると、還元剤の不足を招く。これに対して、還元剤供給量を増加させたとしても、還元剤の供給間隔を変化させなければ、還元剤が不足することを抑制できる。これによりNOx浄化率の低下を抑制できる。

40

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、NOx浄化率の低下を抑制しつつ、還元剤添加弁に付着しているPMの量を減少させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】実施例に係る内燃機関の吸排気系の概略構成を示す図である。

50

【図 2】還元剤供給量の指示値と、実際の還元剤供給量との関係を示した図である。

【図 3】還元剤添加弁の噴孔付近に P M が付着したときの図である。

【図 4】S C R F の温度が低い場合（例えば 2 5 0 以下の場合）の還元剤供給量及び N O x 濃度の推移を示したタイムチャートである。

【図 5】S C R F の温度が高い場合（例えば 2 5 0 以上、特に 4 0 0 以上の場合）の還元剤供給量及び N O x 濃度の推移を示したタイムチャートである。

【図 6】S C R 触媒の温度が所定温度未満の場合の、S C R 触媒の温度、還元剤添加弁に付着している P M 量（P M 付着量）、還元剤供給量の推移を示したタイムチャートである。

【図 7】S C R 触媒の温度が所定温度以上の場合の、S C R 触媒の温度、還元剤添加弁に付着している P M 量（P M 付着量）、還元剤供給量、内燃機関からの N O x 排出量の推移を示したタイムチャートである。

10

【図 8】実施例に係る還元剤添加弁における P M 付着量を減少させる制御のフローを示したフローチャートである。

【図 9】内燃機関からの P M 排出量 M s o o t と付着量判定値 Q d の変化量 Q d との関係を示した図である。

【図 1 0】内燃機関の吸入空気量 G a と付着量判定値 Q d の変化量 Q d との関係を示した図である。

【図 1 1】内燃機関の排気温度 T e x と付着量判定値 Q d の変化量 Q d との関係を示した図である。

20

【図 1 2】還元剤供給量 Q a d と付着量判定値 Q d の変化量 Q d との関係を示した図である。

【図 1 3】還元剤供給間隔 F a d と付着量判定値 Q d の変化量 Q d との関係を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

以下に図面を参照して、この発明を実施するための形態を、実施例に基づいて例示的に詳しく説明する。ただし、この実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、特に記載がない限りは、この発明の範囲をそれらだけに限定する趣旨のものではない。

30

【 0 0 2 2 】

（実施例）

ここでは、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を、車両駆動用のディーゼルエンジンに適用した場合について説明する。ただし、本発明に係る内燃機関は、ディーゼルエンジンに限られるものではなく、ガソリンエンジン等であってもよい。

【 0 0 2 3 】

図 1 は、本実施例に係る内燃機関の吸排気系の概略構成を示す図である。内燃機関 1 は車両駆動用のディーゼルエンジンである。内燃機関 1 には吸気通路 2 及び排気通路 3 が接続されている。吸気通路 2 には、吸気の流れに沿って上流側から順に、エアフローメータ 1 1 と、スロットル 9 とが設けられている。エアフローメータ 1 1 は内燃機関 1 の吸入空気量を検知する。スロットル 9 は内燃機関 1 の吸入空気量を調整する。

40

【 0 0 2 4 】

排気通路 3 には、第一排気温度センサ 1 2、燃料添加弁 4、前段触媒 5、第一 N O x センサ 1 3、第二排気温度センサ 1 4、還元剤添加弁 6、S C R F 7、第二 N O x センサ 1 5、第三排気温度センサ 1 6 が排気の流れに沿って上流側から順に設けられている。

【 0 0 2 5 】

前段触媒 5 は酸化触媒である。ただし、前段触媒 5 は、酸化機能を有する触媒であれば酸化触媒以外の触媒であってもよい。前段触媒 5 は、例えば三元触媒であってもよい。燃料添加弁 4 は、前段触媒 5 に燃料を供給すべく、排気中に燃料（H C）を添加する。

【 0 0 2 6 】

50

SCR F7は、排気中のPMを捕集するウォールフロー型のフィルタにSCR触媒7aが担持されて構成されている。SCR触媒7aは、アンモニアを吸着し、該アンモニアを還元剤として排気中のNOxを還元する。なお、本実施例ではSCR F7を用いているが、フィルタとSCR触媒とを別々に設けることもできる。フィルタとSCR触媒とを別々に設ける場合には、どちらが上流側であってもよい。さらに、SCR F7に代えて、フィルタの機能を有していないSCR触媒7aを備えていてもよい。

【0027】

還元剤添加弁6は、SCR触媒7aに還元剤としてのアンモニアを供給すべく、排気中にアンモニアを供給する。なお、アンモニアに代えて、アンモニアの前駆体を供給してもよい。アンモニアの前駆体としては、例えば尿素を挙げることができる。排気の熱により尿素が加水分解されると、アンモニアが生成される。アンモニア又はアンモニアの前駆体は、気体、液体、固体の何れの状態で供給してもよい。アンモニアの一部は、SCR触媒7aに吸着される。そして、SCR触媒7aが吸着したアンモニアが還元剤となって、排気中のNOxが還元される。なお、本実施例においては還元剤添加弁6が、本発明における供給装置に相当する。

【0028】

第一排気温度センサ12、第二排気温度センサ14、第三排気温度センサ16は、排気の温度を検知するセンサである。第一排気温度センサ12は、内燃機関1から流出する排気の温度または前段触媒5に流入する排気の温度を検知する。第二排気温度センサ14は、前段触媒5から流出する排気の温度またはSCR F7に流入する排気の温度を検知する。第三排気温度センサ16は、SCR触媒7aから流出する排気の温度を検知する。第一NOxセンサ13及び第二NOxセンサ15は排気中のNOx濃度を検知するセンサである。第一NOxセンサ13は、SCR F7に流入する排気中のNOx濃度を検知する。第二NOxセンサ15は、SCR触媒7aから流出する排気中のNOx濃度を検知する。これらセンサは、必ずしも全てが必要であるということではなく、適宜選択して設けることができる。

【0029】

内燃機関1の各気筒には、気筒内に燃料を噴射する燃料噴射弁17が設けられている。

【0030】

内燃機関1には、電子制御ユニット(ECU)10が併設されている。ECU10には、エアフローメータ11、第一排気温度センサ12、第一NOxセンサ13、第二排気温度センサ14、第二NOxセンサ15、第三排気温度センサ16等の各種センサが電氣的に接続されている。そして、各種センサの出力信号がECU10に入力される。さらに、ECU10は、第一排気温度センサ12の出力値に基づいて前段触媒5の温度を推定し、第二排気温度センサ14の出力値に基づいてSCR F7の温度(即ちSCR触媒7aの温度)を推定する。なお、第二排気温度センサ14の出力値に基づいて前段触媒5の温度を推定することもできる。さらに、第三排気温度センサ16の出力値に基づいてSCR F7の温度を推定することもできる。第一NOxセンサ13及び第二NOxセンサ15の出力値に基づいて、SCR触媒7aにおけるNOx浄化率を算出することもできる。

【0031】

さらに、ECU10には、燃料添加弁4、還元剤添加弁6、スロットル9、燃料噴射弁17が電氣的に接続されている。そして、これらの装置がECU10によって制御される。なお、本実施例においてはECU10が、本発明における制御装置に相当する。

【0032】

ここで、還元剤添加弁6はSCR F7よりも上流側に設けられているため、還元剤添加弁6の周りの排気中にはPMが多く含まれている。PMが還元剤添加弁6の噴孔付近に付着すると、還元剤添加弁6から単位時間当たりに噴射される還元剤量が減少し得る。なお、以下では、特に断らない限りは、還元剤添加弁6にPMが付着するといった場合には、還元剤添加弁6の噴孔付近にPMが付着することを含むこととする。

【0033】

図2は、還元剤供給量の指示値と、実際の還元剤供給量との関係を示した図である。指示値は、ECU10により算出される還元剤供給量であり、還元剤供給量の目標値とすることができる。「正常時」は、還元剤添加弁6にPMが付着していない場合を示し、「PM付着時」は、還元剤添加弁6にPMが付着している場合を示している。還元剤添加弁6にPMが付着すると、単位時間当たりの還元剤供給量が減少するため、還元剤供給量の指示値に対する実際の還元剤供給量が少なくなる。このため、SCR触媒7aにおいて、還元剤が不足する虞がある。

【0034】

図3は、還元剤添加弁6の噴孔6a付近にPMが付着したときの図である。このように、噴孔6a付近にPMが付着すると、還元剤が流れ難くなるために、単位時間当たりに噴孔6aを通過する還元剤量が減少してしまう。例えば、内燃機関1からのPM排出量が多い場合、又は、還元剤添加弁6からの還元剤供給量が少ない場合には、還元剤添加弁6にPMが付着し易くなる。

【0035】

ここで、還元剤添加弁6からの還元剤供給量が多ければ、還元剤添加弁6に付着したPMを除去し得る。なお、還元剤供給量を多くすることには、還元剤の圧力を高くすることにより単位時間当たりの還元剤供給量を増加させること、または、還元剤の供給時間を長くすることにより還元剤供給量を増加させることを含む。なお、1回当たりの還元剤供給量が多いほど、還元剤添加弁6からPMを除去する効果が高い。

【0036】

そこで本実施例では、還元剤添加弁6からの還元剤供給量を増加させることにより、還元剤添加弁6からPMを除去する。図4は、SCR F7の温度が低い場合（例えば250以下の場合）の還元剤供給量及びNOx濃度の推移を示したタイムチャートである。実線は還元剤添加弁6からの還元剤供給量を増加させていない場合を示し、破線は還元剤添加弁6からの還元剤供給量を増加させている場合を示している。なお、実線は、還元剤添加弁6から通常の還元剤供給を行っている場合としてもよい。

【0037】

通常の還元剤供給は、還元剤添加弁6からPMを除去するとき以外の場合における還元剤供給である。通常の還元剤供給時における1回当たりの還元剤供給量及び通常の還元剤供給時における還元剤供給間隔は、SCR触媒aの温度が高い場合であっても、SCR触媒7aに還元剤が吸着され且つNOx浄化率が許容範囲内となるように決定される。このため、通常の還元剤供給時には、1回当たりの還元剤供給量は比較的少なく、且つ、還元剤供給間隔は比較的短い。

【0038】

図4において、入NOxは、SCR F7に流入する排気中のNOx濃度を示しており、出NOxは、SCR F7から流出する排気中のNOx濃度を示している。図4において、破線の場合は、実線の場合と比較して、1回当たりの還元剤供給量が2倍になっており、且つ、還元剤供給間隔が2倍になっている。このため、実線の場合に2回の還元剤供給が行われた場合と、破線の場合に1回の還元剤供給が行われた場合と、で同じ時間で還元剤供給量の総量が同じになっている。実線の場合と破線の場合とで出NOxはほとんど変わらないので、NOx浄化率もほとんど変わらない。

【0039】

ここで、SCR触媒7aの温度が低い場合には、通常の還元剤供給量に対して1回当たりの還元剤供給量及び還元剤供給間隔を2倍にしても、SCR触媒7aに還元剤が吸着される。これは、通常の還元剤供給における1回当たりの還元剤供給量及び還元剤供給間隔が、SCR触媒7aの温度が高い場合であってもSCR触媒7aに還元剤が吸着されるように決定されているからである。すなわち、通常はSCR触媒7aの温度が高い場合であってもSCR触媒7aに還元剤が吸着されるように、1回当たりの還元剤供給量が比較的少なく且つ還元剤の供給間隔が比較的短く設定されている。そうすると、SCR触媒7aの温度が低い場合には、吸着可能な還元剤量に対し、還元剤供給量が少ないために、還元

10

20

30

40

50

剤供給量を増加させたとしても、さらに還元剤を吸着する余裕がある。したがって、1回当たりの還元剤供給量及び還元剤供給間隔を増加させたとしても、SCR触媒7aから還元剤が流出することを抑制することができる。これに対して、SCR触媒7aの温度が高くなると、吸着可能な還元剤量が減少する。

【0040】

図5は、SCR F7の温度が高い場合（例えば250以上、特に400以上の場合）の還元剤供給量及びNO_x濃度の推移を示したタイムチャートである。実線及び破線は図4と同じ意味で用いている。SCR触媒7aの温度が高い場合に1回当たりの還元剤供給量及び還元剤供給間隔をたとえば2倍にすると、一部の還元剤がSCR触媒7aに吸着されずに該SCR触媒7aから流出する。このため、SCR触媒7aにおいて還元剤が不足するので、NO_xの浄化率が低下する。すなわち、図5において、出NO_xが増加する場合がある。また、還元剤の過剰供給により、還元剤を供給しているときやその直後には、NO_x浄化率は高くなる。したがって、SCR触媒7aの温度が高い場合には、還元剤添加弁6からPMを除去するために1回当たりの還元剤供給量を多くするときに還元剤供給間隔を長くすると、NO_x浄化率が低下する虞がある。

10

【0041】

そこで本実施例では、還元剤添加弁6からPMを除去する場合に、SCR F7の温度（すなわち、SCR触媒7aの温度）が所定温度未満のときには、還元剤添加弁6からの1回当たりの還元剤供給量を通常の還元剤供給よりも多く、且つ、還元剤供給間隔を通常の還元剤供給よりも長くする。一方、SCR F7の温度（すなわち、SCR触媒7aの温度）が所定温度以上のときには、還元剤添加弁6からの1回当たりの還元剤供給量は通常の還元剤供給よりも多くするが、還元剤供給間隔は通常の還元剤供給と同じにする。すなわち、還元剤添加弁6からPMを除去する場合には、還元剤添加弁6からPMを除去しない場合よりも、1回当たりの還元剤供給量を増加させる。さらに、還元剤添加弁6からPMを除去する場合において、SCR F7の温度が所定温度未満の場合には、SCR触媒7aの温度が所定温度以上の場合よりも、還元剤供給間隔を長くする。還元剤供給間隔は、今回の還元剤供給の終了から次の還元剤供給の開始までの期間としてもよく、今回の還元剤供給の開始から次の還元剤供給の開始までの期間としてもよい。なお、図4及び図5では、1回当たりの還元剤供給量または還元剤供給間隔を通常の還元剤供給に対して2倍に設定しているが、SCR触媒7aの温度が低いときにSCR触媒7aに吸着可能な範囲

20

30

【0042】

図6は、SCR触媒7aの温度が所定温度T1未満の場合の、SCR触媒7aの温度、還元剤添加弁6に付着しているPM量（PM付着量）、還元剤供給量の推移を示したタイムチャートである。所定温度T1は、1回当たりの還元剤供給量及び還元剤供給間隔を大きくすると、NO_x浄化率が低下する虞のある温度の下限値である。すなわち、SCR触媒7aの温度が所定温度T1未満であれば、1回当たりの還元剤供給量及び還元剤供給間隔を大きくすることができる。PM付着量における開始閾値Q1は、還元剤添加弁6に付着しているPMを除去する処理を開始するPM付着量である。また、PM付着量における終了閾値Q2は、還元剤添加弁6に付着しているPMを除去する処理を開始した後に、この処理を終了させるPM付着量である。すなわち、TAで示した時点においてPM付着量が開始閾値Q1に達すると還元剤供給量及び還元剤供給間隔を大きくし、その後、TBで示した時点においてPM付着量が終了閾値Q2に達すると、還元剤供給量及び還元剤供給間隔を元に戻す。

40

【0043】

図7は、SCR触媒7aの温度が所定温度以上の場合の、SCR触媒7aの温度、還元剤添加弁6に付着しているPM量（PM付着量）、還元剤供給量、内燃機関1からのNO_x排出量の推移を示したタイムチャートである。SCR F7の温度（すなわち、SCR触

50

媒 7 a の温度) が所定温度 T_1 以上の場合には、還元剤添加弁 6 からの還元剤供給量を多くするが、還元剤供給間隔は変化させない。

【 0 0 4 4 】

ここで、1 回当たりの還元剤供給量を多くしたときに、還元剤供給間隔を長くしないと、SCR 触媒 7 a において還元剤が余剰となる虞がある。この余剰の還元剤は、SCR 触媒 7 a から流出する虞がある。そこで本実施例では、SCR 触媒 7 a の温度が所定温度以上の場合であって 1 回当たりの還元剤供給量を増加させているときに、内燃機関 1 からの NO_x 排出量を増加させてもよい。この場合、SCR 触媒 7 a における余剰の還元剤に応じて NO_x 排出量を増加させる。すなわち、内燃機関 1 からの NO_x 排出量を増加させることにより、SCR 触媒 7 a における余剰の還元剤を反応させることで、SCR 触媒 7 a から還元剤が流出することを抑制する。なお、内燃機関 1 からの NO_x 排出量が多すぎると、SCR 触媒 7 a における NO_x 浄化率が低下するため、SCR 触媒 7 a から流出する還元剤量及び SCR 触媒 7 a における NO_x 浄化率が許容範囲内となるように、内燃機関 1 からの NO_x 排出量を決定する。

10

【 0 0 4 5 】

図 7 において、TA で示した時点において PM 付着量が開始閾値 Q_1 に達すると 1 回当たりの還元剤供給量を増加すると共に内燃機関 1 からの NO_x 排出量を増加し、その後 TB で示した時点において PM 付着量が終了閾値 Q_2 に達すると、還元剤供給量及び内燃機関 1 からの NO_x 排出量を元に戻す。

【 0 0 4 6 】

20

このように、還元剤供給量の増加に応じて内燃機関 1 からの NO_x 排出量を増加させることにより、SCR 触媒 7 a から還元剤が流出することを抑制できる。この NO_x 排出量は、SCR 触媒 7 a において余剰の還元剤と反応するため、 NO_x 浄化率の低下もほとんどない。

【 0 0 4 7 】

図 8 は、本実施例に係る還元剤添加弁 6 における PM 付着量を減少させる制御のフローを示したフローチャートである。本フローは、ECU 10 により所定の時間毎に実行される。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 101 では、付着量判定値 Q_d が算出される。付着量判定値 Q_d は、還元剤添加弁 6 における PM 付着量と相関関係にある値である。なお、付着量判定値 Q_d は、PM 付着量としてもよい。付着量判定値 Q_d は、単位時間当たりの内燃機関 1 からの PM 排出量 M_{soot} 、単位時間当たりの内燃機関 1 の吸入空気量 G_a (排気の流量としてもよい)、内燃機関 1 の排気温度 T_{ex} と関連しているため、これらの値から求めることができる。付着量判定値 Q_d の変化量 ΔQ_d は、単位時間当たりの値とする。

30

【 0 0 4 9 】

図 9 は、内燃機関 1 からの PM 排出量 M_{soot} と付着量判定値 Q_d の変化量 ΔQ_d との関係を示した図である。内燃機関 1 からの PM 排出量 M_{soot} が多いほど、還元剤添加弁 6 に PM が付着し易くなる。すなわち、図 9 に示されるように、内燃機関 1 からの PM 排出量 M_{soot} が多くなるほど、付着量判定値 Q_d の変化量 ΔQ_d は大きくなる。この関係は、予め実験又はシミュレーション等により求めることができる。

40

【 0 0 5 0 】

図 10 は、内燃機関 1 の吸入空気量 G_a と付着量判定値 Q_d の変化量 ΔQ_d との関係を示した図である。図 10 では、内燃機関 1 からの PM 排出量 M_{soot} が変化した場合の内燃機関 1 の吸入空気量 G_a と付着量判定値 Q_d の変化量 ΔQ_d との関係も示している。吸入空気量 G_a が多いほど、排気中の PM 濃度が低くなるため、還元剤添加弁 6 に PM が付着し難くなる。すなわち、図 10 に示されるように、内燃機関 1 の吸入空気量 G_a が多くなるほど、付着量判定値 Q_d の変化量 ΔQ_d は小さくなる。さらに、内燃機関 1 からの PM 排出量 M_{soot} が多くなるほど、付着量判定値 Q_d の変化量 ΔQ_d は大きくなる。この関係は、予め実験又はシミュレーション等により求めることができる。

50

【0051】

図11は、内燃機関1の排気温度 T_{ex} と付着量判定値 Q_d の変化量 Q_d との関係を示した図である。ここで、排気温度 T_{ex} が高いと、PM中の高沸点成分の一部が蒸発するため、還元剤添加弁6にPMが付着し難くなる。一方、排気温度 T_{ex} が低いと、PM中の高沸点成分が蒸発し難くなるので、還元剤添加弁6にPMが付着し易くなる。すなわち、図11に示されるように、内燃機関1の排気温度 T_{ex} が高くなるほど、付着量判定値 Q_d の変化量 Q_d は小さくなる。この関係は、予め実験又はシミュレーション等により求めることができる。

【0052】

ECU10は、以上の関係から算出される付着量判定値 Q_d に変化量 Q_d を加算していくことにより、付着量判定値 Q_d を更新する。

10

【0053】

ステップS102では、付着量判定値 Q_d が開始閾値 Q_1 以上であるか否か判定される。本ステップでは、還元剤添加弁6からPMを除去する必要があるか否か判定している。ステップS102で肯定判定がなされた場合にはステップS103へ進み、一方、否定判定がなされた場合には本ルーチンを終了させる。なお、本実施例においてステップS102で肯定判定がなされた場合は、本発明における「供給装置に付着している粒子状物質の量を減少させる所定の条件が成立している場合」に相当し、本実施例においてステップS102で否定判定がなされた場合は、本発明における「所定の条件が成立していない場合」に相当する。

20

【0054】

ステップS103では、SCR7の温度 T_{scr} が所定温度 T_1 未満であるか否か判定される。所定温度 T_1 は、前述のように、1回当たりの還元剤供給量及び還元剤供給間隔を大きくすると、 NO_x 浄化率が低下する虞のある温度の下限値である。所定温度 T_1 は、たとえば250である。すなわち、本ステップでは、SCR7の温度 T_{scr} に基づいて、1回当たりの還元剤供給量を増加させ且つ還元剤供給間隔を長くすることができるか否か判定している。所定温度 T_1 は、予め実験またはシミュレーション等により求めておく。

【0055】

ステップS103で肯定判定がなされた場合にはステップS104へ進む。ステップS104では、還元剤添加弁6からPMを除去するときの還元剤供給量 Q_{ad} 及び還元剤供給間隔 F_{ad} が算出される。還元剤供給量 Q_{ad} は、1回当たりの還元剤供給量である。還元剤供給量 Q_{ad} は、還元剤添加弁6からPMを除去するための還元剤供給を実施しない場合の還元剤供給量（すなわち、通常の還元剤供給量）よりも多い還元剤供給量である。還元剤供給量 Q_{ad} は、PMを除去する効果が許容範囲内となるように決定される。さらに、ステップS104で算出される還元剤供給量 Q_{ad} 及び還元剤供給間隔 F_{ad} は、通常の還元剤供給において決定される還元剤供給量よりも多くし、且つ、通常の還元剤供給において決定される還元剤供給間隔よりも長くする。なお、SCR触媒7aの温度が低いほど、還元剤供給量 Q_{ad} を多くし且つ還元剤供給間隔 F_{ad} を長くしてもよい。さらに、還元剤供給量 Q_{ad} 及び還元剤供給間隔 F_{ad} は、 NO_x 浄化率が通常の還元剤供給から変化しないように設定してもよい。そうすると、所定期間における還元剤供給量の総量が、通常の還元剤供給が行われたと仮定した場合の還元剤供給量の総量と同じになる。また、内燃機関1からの NO_x 排出量に対して還元剤が過不足なく供給されるように、還元剤供給量 Q_{ad} 及び還元剤供給間隔 F_{ad} を決定してもよい。これらの関係は、予め実験またはシミュレーション等により決定しておいてもよい。

30

40

【0056】

ステップS105では、付着量判定値 Q_d が算出される。還元剤の供給により還元剤添加弁6におけるPM付着量が減少する。本ステップでは、PM付着量が減少した後の付着量判定値 Q_d を算出する。このため、本ステップでは、まず、付着量判定値 Q_d の変化量 Q_d を算出する。この変化量 Q_d は、負の値である。

50

【 0 0 5 7 】

図 1 2 は、1 回当たりの還元剤供給量 Q_{ad} と付着量判定値 Q_d の変化量 Q_d との関係を示した図である。ここで、1 回当たりの還元剤供給量 Q_{ad} が多いほど、還元剤添加弁 6 から PM を除去する効果が高い。すなわち、1 回当たりの還元剤供給量 Q_{ad} が多いほど、付着量判定値 Q_d の変化量 Q_d が小さくなる。そして、1 回当たりの還元剤供給量 Q_{ad} がある程度多くなると、付着量判定値 Q_d の変化量 Q_d が負の値となる。すなわち、還元剤供給量 Q_{ad} が多いと、付着量判定値 Q_d は徐々に減少していくことになる。そして、付着量判定値 Q_d の変化量 Q_d が負の値になることは、PM 付着量の減少を意味する。この関係は、予め実験又はシミュレーション等により求めることができる。

【 0 0 5 8 】

図 1 3 は、還元剤供給間隔 F_{ad} と付着量判定値 Q_d の変化量 Q_d との関係を示した図である。図 1 3 では、1 回当たりの還元剤供給量 Q_{ad} が変化した場合の還元剤供給間隔 F_{ad} と付着量判定値 Q_d の変化量 Q_d との関係も示している。還元剤供給間隔 F_{ad} が短いほど、PM を除去する効果が高い。すなわち、図 1 3 に示されるように、還元剤供給間隔が短くなるほど、付着量判定値 Q_d の変化量 Q_d は小さくなる。そして、還元剤供給間隔 F_{ad} がある程度短くなると、付着量判定値 Q_d の変化量 Q_d が負の値となる。この関係は、予め実験又はシミュレーション等により求めることができる。ECU 10 は、以上の関係から算出される付着量判定値 Q_d に変化量 Q_d を加算していくことにより、付着量判定値 Q_d を更新する。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 0 6 では、付着量判定値 Q_d が終了閾値 Q_2 未満であるか否か判定される。本ステップでは、還元剤添加弁 6 からの PM の除去が完了したか否か判定している。なお、本ステップ S 1 0 6 では、付着量判定値 Q_d が終了閾値 Q_2 未満であるか否か判定されることに代えて、付着量判定値 Q_d が終了閾値 Q_2 以下であるか否か判定されてもよい。ステップ S 1 0 6 で肯定判定がなされた場合には本ルーチンを終了させ、一方、否定判定がなされた場合にはステップ S 1 0 5 へ戻る。

【 0 0 6 0 】

一方、ステップ S 1 0 3 で否定判定がなされた場合にはステップ S 1 0 7 へ進む。ステップ S 1 0 7 では、1 回当たりの還元剤供給量 Q_{ad} が算出される。なお、通常の還元剤供給から還元剤供給間隔を変化させない。1 回当たりの還元剤供給量 Q_{ad} は、還元剤添加弁 6 から PM を除去可能な値として設定されている。1 回当たりの還元剤供給量 Q_{ad} は、ステップ S 1 0 4 で算出される還元剤供給量 Q_{ad} と同じ値としてもよい。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 0 8 では、目標 NO_x 排出量 M_{nox} が算出される。目標 NO_x 排出量 M_{nox} は、還元剤添加弁 6 から PM を除去するときに単位時間当たり内燃機関 1 から排出させる NO_x 量である。目標 NO_x 排出量 M_{nox} は、ステップ S 1 0 7 において算出される還元剤供給量 Q_{ad} によって浄化される NO_x 量である。すなわち、内燃機関 1 から排出される NO_x 量が目標 NO_x 排出量 M_{nox} となっているときに、還元剤供給量をステップ S 1 0 7 で算出される還元剤供給量 Q_{ad} とすることにより、 NO_x 排出量に対して過不足なく還元剤を供給することができる。還元剤供給量 Q_{ad} と、目標 NO_x 排出量 M_{nox} との関係は、予め実験またはシミュレーション等により求めることができる。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 0 9 では、目標 NO_x 排出量 M_{nox} に応じて内燃機関 1 が制御される。内燃機関 1 からの NO_x 排出量は、スロットル 9 の開度に応じて変化する。また、EGR 装置を備えている場合には、EGR 弁の開度に応じて NO_x 排出量も変化する。さらに、ターボ弁を有するターボチャージャを備えている場合には、ターボ弁の開度に応じて NO_x 排出量も変化する。したがって、スロットル 9 の開度、EGR 弁の開度、ターボ弁の開度などを調整することにより内燃機関 1 からの NO_x 排出量を制御することができる。なお、内燃機関 1 からの NO_x 排出量は、内燃機関 1 の運転状態（機関回転数 N_e 、燃料噴射量 Q_f ）によっても変化する。内燃機関 1 の運転状態に応じて、目標 NO_x 排出量

10

20

30

40

50

M n o xとなるスロットル9の開度などを予め実験またはシミュレーション等により求めておくことで、内燃機関1の運転状態及び目標NOx排出量M n o xに応じて内燃機関1からNOx排出量が目標NOx排出量M n o xとなるようなスロットル9の開度などを求めることができる。NOx排出量を目標NOx排出量M n o xに合わせる制御は、周知の技術を用いることもできる。

【0063】

ステップS110では、ステップS105と同様にして、付着量判定値Qdが算出される。

【0064】

ステップS111では、ステップS106と同様にして、付着量判定値Qdが終了閾値Q2未満であるか否かが判定される。ステップS111で肯定判定がなされた場合には本ルーチンを終了させ、一方、否定判定がなされた場合にはステップS110へ戻る。

10

【0065】

以上説明したように本実施例によれば、SCR7の温度、すなわちSCR触媒7aの温度に応じて還元剤供給量及び還元剤供給間隔を調整することにより、NOx浄化率の低下を抑制しつつ、還元剤添加弁6に付着しているPMの量を減少させることができる。

【符号の説明】

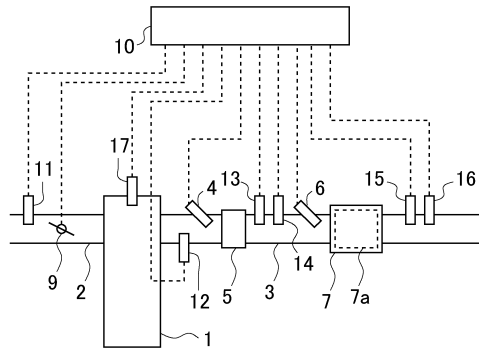
【0066】

- | | | |
|----|----------|----|
| 1 | 内燃機関 | 20 |
| 2 | 吸気通路 | |
| 3 | 排気通路 | |
| 4 | 燃料添加弁 | |
| 5 | 前段触媒 | |
| 6 | 還元剤添加弁 | |
| 7 | SCR | |
| 7a | SCR触媒 | |
| 9 | スロットル | |
| 10 | ECU | |
| 11 | エアフローメータ | 30 |

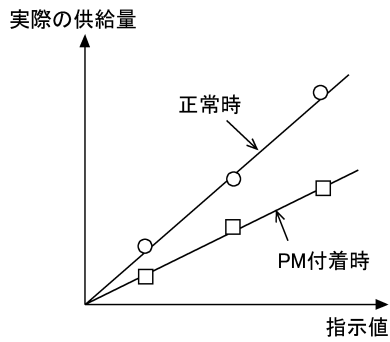
20

30

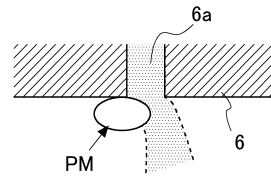
【図1】



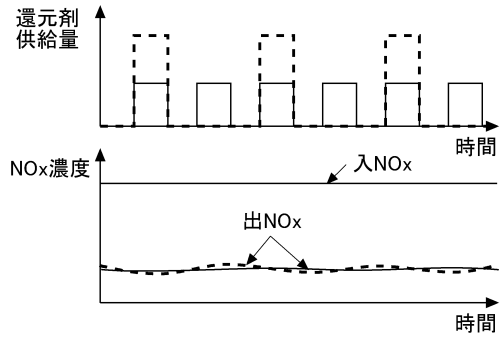
【図2】



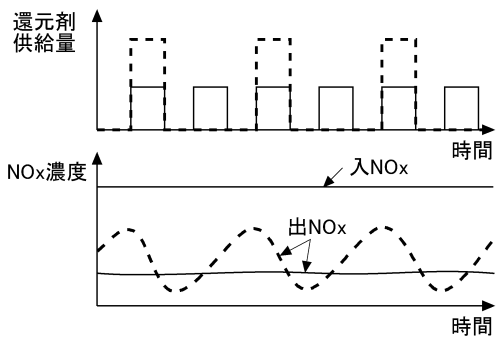
【図3】



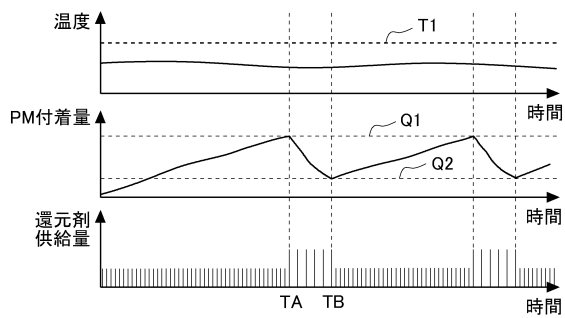
【図4】



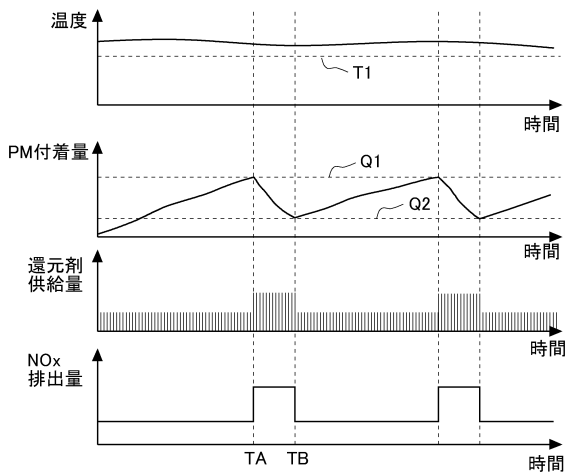
【図5】



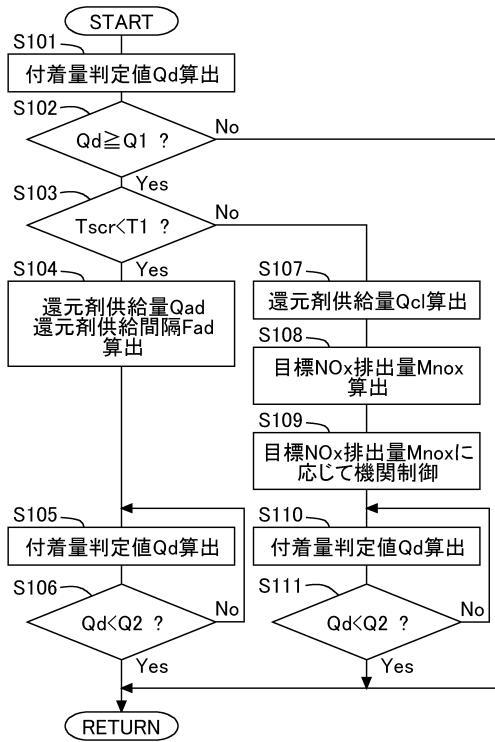
【図6】



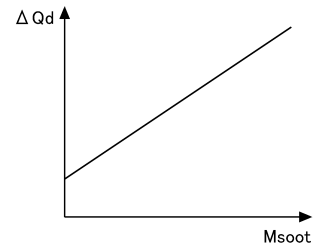
【図7】



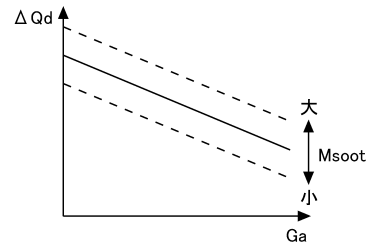
【図8】



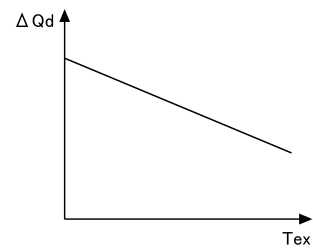
【図9】



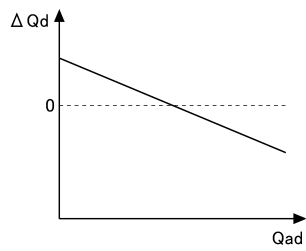
【図10】



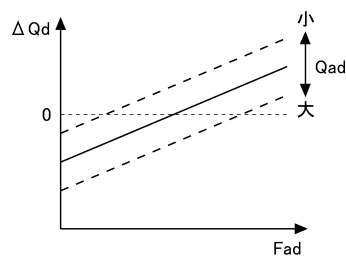
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

- (72)発明者 高田 圭
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 大橋 伸基
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 中山 茂樹
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 見上 晃
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 松尾 潤一
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 稲村 正義

- (56)参考文献 特開2013-104346(JP,A)
特開2005-344682(JP,A)
特開2009-287416(JP,A)
特開2008-38728(JP,A)
特開2009-275667(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01N 3/00-3/38