

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-43596

(P2010-43596A)

(43) 公開日 平成22年2月25日(2010.2.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/08 (2006.01)	FO1N 3/08 Z A B G	3 G O 9 1
BO1D 53/86 (2006.01)	BO1D 53/36 B	4 D O 4 8
FO1N 3/24 (2006.01)	FO1N 3/24 T	
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/24 R	
FO1N 3/36 (2006.01)	FO1N 3/20 E	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 23 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-207773 (P2008-207773)
 (22) 出願日 平成20年8月12日 (2008.8.12)

(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
 (74) 代理人 100100549
 弁理士 川口 嘉之
 (74) 代理人 100106622
 弁理士 和久田 純一
 (74) 代理人 100085006
 弁理士 世良 和信
 (74) 代理人 100089244
 弁理士 遠山 勉
 (74) 代理人 100123319
 弁理士 関根 武彦
 (74) 代理人 100131532
 弁理士 坂井 浩一郎

最終頁に続く

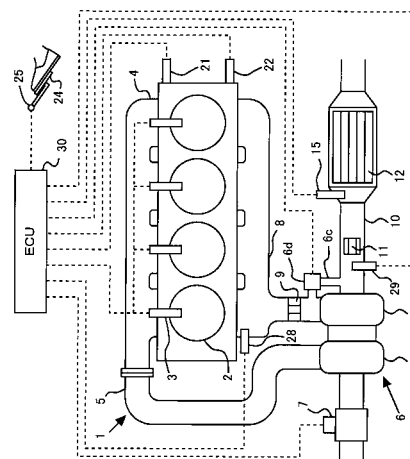
(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】内燃機関の排気浄化装置において、複数の触媒を備えている場合に、各触媒へ最適な比率で還元剤を分配する技術を提供する。

【解決手段】上流側から順に第1供給手段28と、第1触媒9と、第2供給手段29と、第2触媒11と、第3触媒12と、を備え、第3触媒12に要求されるエネルギー量に相当する還元剤量を、第1触媒9の活性度又は内燃機関1の運転状態に基づいて、第1供給手段28及び第2供給手段29に分配する。

【選択図】図1



【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酸化機能を有する第 1 触媒と、
前記第 1 触媒よりも下流に設けられ、酸化機能を有する第 2 触媒と、
前記第 2 触媒よりも下流に設けられ、酸化機能を有する第 3 触媒と、
前記第 1 触媒よりも上流側から還元剤を供給する第 1 供給手段と、
前記第 1 触媒よりも下流側で且つ前記第 2 触媒よりも上流側から還元剤を供給する第 2 供給手段と、
前記第 3 触媒に要求されるエネルギー量に相当する還元剤量を算出する算出手段と、
前記算出手段により算出される還元剤量を、前記第 1 触媒の活性度又は前記内燃機関の
運転状態に基づいて、前記第 1 供給手段及び前記第 2 供給手段に分配する分配手段と、
を備えることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

10

【請求項 2】

内燃機関の吸入空気量が所定空気量よりも少ないとき又は前記第 1 触媒の温度が所定温度よりも高いときは、そうでないときよりも、前記第 1 供給手段からの還元剤供給量を増加することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】

前記第 1 触媒の温度が活性温度の下限值以上の場合には、前記第 2 供給手段により周期的に還元剤を供給して前記第 2 触媒へ還元剤を付着させておき、このときの還元剤供給量を、前記第 2 触媒の温度が活性温度の下限值以上の場合に、前記第 2 触媒の温度が活性温度の下限值より低い場合よりも、多くすることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

20

【請求項 4】

前記第 1 触媒及び前記第 2 触媒の温度が夫々の活性温度の下限值以上の場合であって、前記第 1 触媒の活性度が所定の活性度よりも高い場合には、低い場合よりも、前記第 1 供給手段からの還元剤供給量の割合を減少することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】

前記第 2 供給手段からの還元剤供給量の割合を増加することにより前記第 2 触媒が過熱するときには、該増加の度合いを低くすることを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

30

【請求項 6】

前記第 1 供給手段により供給される還元剤が前記第 1 触媒で反応したガスが、前記第 2 触媒へ到達した後に、前記第 2 供給手段により供給される還元剤が前記第 2 触媒へ到達するように、該第 2 供給手段により還元剤を供給することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 7】

前記第 2 供給手段により供給される還元剤が前記第 3 触媒で反応しているときに、前記第 1 供給手段により供給される還元剤が前記第 3 触媒へ到達するように、該第 1 供給手段により還元剤を供給することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

40

【請求項 8】

前記第 3 触媒に供給されるエネルギーが不足したときに、前記第 1 供給手段及び前記第 2 供給手段からの還元剤供給量を増加する場合には、前記第 1 供給手段よりも前記第 2 供給手段のほうの増加量を多くすることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 9】

内燃機関の負荷が高いときは低いときよりも、前記第 1 供給手段からの還元剤供給量の割合を減少することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 10】

内燃機関で異常燃焼又は失火が発生したときに、その程度が軽度であれば前記第 1 供給

50

手段からの還元剤の供給を停止し、重度であれば前記第 1 供給手段及び前記第 2 供給手段からの還元剤の供給を停止することを特徴とする請求項 1 から 9 の何れか 1 項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 1 1】

前記第 1 触媒、または該第 1 触媒よりも下流側で且つ前記第 2 触媒よりも上流側の排気通路に備わる部材に付着している P M 量が閾値を超えたか否か判定する判定手段を備え、前記判定手段により付着している P M 量が閾値を超えたと判定された場合には、前記第 1 供給手段及び前記第 2 供給手段により還元剤を供給することを特徴とする請求項 1 から 9 の何れか 1 項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 触媒よりも下流側で且つ前記第 2 供給手段よりも上流側にターボチャージャを備え、前記分配手段は、前記ターボチャージャを排気が通過するときに奪われるエネルギーに基づいて前記第 1 供給手段及び前記第 2 供給手段に還元剤を分配することを特徴とする請求項 1 から 9 の何れか 1 項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 1 3】

前記第 1 触媒の活性度が高いときは低いときよりも、前記ターボチャージャのウェストゲートを通する排気の量を増加することを特徴とする請求項 1 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 1 4】

前記第 1 触媒から硫黄成分が放出されるときに、前記第 2 触媒を通する排気の空燃比がリッチとなるように前記第 2 供給手段により還元剤を供給することを特徴とする請求項 1 から 1 3 の何れか 1 項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 1 5】

前記第 1 触媒は、ターボチャージャよりも上流に備わり、前記第 2 触媒は、前記内燃機関の排気通路の中心軸と直行する切断面による断面積が前記排気通路よりも小さいことを特徴とする請求項 1 から 1 4 の何れか 1 項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】

還元剤を改質させるために排気管径よりも小径の触媒を備える技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。ここで、近年のディーゼル機関の燃費の向上に伴って、排気の温度が低下している。このため、触媒の活性度を高いまま維持するためには、意図的に排気の温度を上昇させる必要がある。そして、複数の触媒を備え、該触媒へ還元剤を供給することで排気の温度を上昇させる場合には、夫々の触媒の活性度によりその効果が変わる。

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 1 2 7 2 5 7 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 1 1 9 3 1 0 号公報

【特許文献 3】特開平 1 1 - 3 5 0 9 3 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明は、上記したような問題点に鑑みてなされたものであり、内燃機関の排気浄化装置において、複数の触媒を備えている場合に、各触媒へ最適な比率で還元剤を分配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】

【0004】

上記課題を達成するために本発明による内燃機関の排気浄化装置は、以下の手段を採用

10

20

30

40

50

した。すなわち、本発明による内燃機関の排気浄化装置は、
内燃機関の排気通路に設けられ酸化機能を有する第 1 触媒と、
前記第 1 触媒よりも下流に設けられ、酸化機能を有する第 2 触媒と、
前記第 2 触媒よりも下流に設けられ、酸化機能を有する第 3 触媒と、
前記第 1 触媒よりも上流側から還元剤を供給する第 1 供給手段と、
前記第 1 触媒よりも下流側で且つ前記第 2 触媒よりも上流側から還元剤を供給する第 2 供給手段と、
前記第 3 触媒に要求されるエネルギー量に相当する還元剤量を算出する算出手段と、
前記算出手段により算出される還元剤量を、前記第 1 触媒の活性度又は前記内燃機関の
運転状態に基づいて、前記第 1 供給手段及び前記第 2 供給手段に分配する分配手段と、
を備えることを特徴とする。

10

【 0 0 0 5 】

第 1 供給手段により供給される還元剤の一部は第 1 触媒で反応し、残りは該第 1 触媒よりも下流へ流れる。このすり抜けた還元剤及び第 2 供給手段により供給される還元剤の一部は第 2 触媒で反応し、残りは該第 2 触媒よりも下流へ流れる。そして、第 3 触媒へは温度の高い排気と還元剤とが到達する。この還元剤には、第 1 触媒または第 2 触媒で改質された還元剤も含まれる。そして、第 3 触媒へ到達する還元剤の少なくとも一部は、該第 3 触媒にて反応する。

【 0 0 0 6 】

ここで、第 1 触媒及び第 2 触媒で反応する還元剤量は、夫々の触媒における活性度によって変化する。また、第 1 触媒の活性度によって第 2 触媒の活性度が変化する。さらに、吸入空気量によって排気中の酸素濃度やガスにより各触媒から持ち去られる熱量が変化するため、各触媒における活性度が変化する。したがって、第 1 触媒の活性度又は内燃機関の運転状態に基づいて、第 1 供給手段及び第 2 供給手段に分配する還元剤量を調節すれば、より効率の高い還元剤供給が可能となる。例えば、各触媒の温度を速やかに上昇させたり、還元剤の消費量を低減させたりできる。なお、第 1 供給手段及び第 2 供給手段により供給する還元剤の総量を一定としつつ分配比率を変更しても良く、総量及び分配比率を変更しても良い。

20

【 0 0 0 7 】

本発明においては、内燃機関の吸入空気量が所定空気量よりも少ないとき又は前記第 1 触媒の温度が所定温度よりも高いときは、そうでないときよりも、前記第 1 供給手段からの還元剤供給量を増加することができる。

30

【 0 0 0 8 】

第 1 触媒から第 3 触媒までは距離が長いため、該第 1 触媒で還元剤が反応して温度が上昇しても、第 3 触媒へ到達するまでに放熱により温度が低下する。つまり、同じ量の還元剤を供給するのであれば、第 2 触媒で還元剤を反応させたほうが、より温度の高いガスを第 3 触媒へ供給することができる。しかし、第 2 触媒の温度が活性温度の下限值まで上昇していない場合等では、第 1 触媒で熱を発生させなければならない。ここで、第 1 触媒の活性度が高いと、第 1 供給手段により供給される還元剤が該第 1 触媒で反応する量が多くなる。このときに、第 1 供給手段からの還元剤供給量を増加させることにより、放熱分の還元剤を補うことができる。また、第 2 触媒の温度を速やかに上昇させることができる。これにより、第 2 触媒の活性度を高くすることができれば、第 2 供給手段から還元剤を供給することができる。なお、所定空気量及び所定温度は、第 3 触媒へ要求されるエネルギーを供給することができなくなる閾値として設定される。

40

【 0 0 0 9 】

本発明においては、前記第 1 触媒の温度が活性温度の下限值以上の場合には、前記第 2 供給手段により周期的に還元剤を供給して前記第 2 触媒へ還元剤を付着させておき、このときの還元剤供給量を、前記第 2 触媒の温度が活性温度の下限值以上の場合に、前記第 2 触媒の温度が活性温度の下限值より低い場合よりも、多くすることができる。

【 0 0 1 0 】

50

活性温度の下限值とは、触媒において還元剤が反応する温度の下限值、若しくは規定の率で還元剤が反応する温度とすることができる。つまり、第2触媒の温度が活性温度の下限值よりも低く、還元剤がほとんど反応しない場合であっても、第2供給手段により還元剤を供給する。これにより、第2触媒に還元剤を付着させておく。こうすると、第2触媒における温度上昇を促進させることができる。つまり、第1触媒においてガス中のHCやCOが酸化されてしまうため、第2触媒へ到達するHCやCOが少なくなり反応性が低下するが、還元剤を第2触媒に付着させておくことにより、第2触媒における反応性を向上させることができる。そして、第2触媒の温度が活性温度の下限值よりも低い場合には、還元剤が第2触媒に付着し易いため還元剤供給量を少なくする。

【0011】

本発明においては、前記第1触媒及び前記第2触媒の温度が夫々の活性温度の下限值以上の場合であって、前記第1触媒の活性度が所定の活性度よりも高い場合には、低い場合よりも、前記第1供給手段からの還元剤供給量の割合を減少することができる。

【0012】

つまり、第2供給手段からの還元剤供給量の割合を増加させている。ここで、第1触媒における活性度が高いと、該第1触媒へ供給される還元剤の多くが該第1触媒で反応する。そのため、第3触媒に供給される改質された還元剤量が少なくなる。また、第3触媒へ至るまでの放熱による損失が大きくなる。これに対し、第1供給手段による還元剤供給量の割合を減少し、第2供給手段による還元剤供給量の割合を増加させれば、第2触媒にて改質された還元剤をより多く第3触媒へ供給することができる。また、第2触媒へより多くの還元剤を供給することにより、放熱による損失を低減することができる。なお、所定の活性度とは、放熱による損失が許容値となる上限値、または改質された還元剤の供給量が許容値となる上限値として設定される。

【0013】

なお、前記第2供給手段からの還元剤供給量の割合を増加することにより前記第2触媒が過熱するときには、該増加の度合いを低くすることができる。

【0014】

つまり、第2触媒で反応する還元剤量が増加するため、該第2触媒の温度が上昇する。しかし、温度が上がりすぎると第2触媒が過熱するため、第2触媒が過熱するときには、還元剤供給量を減少させる。還元剤供給量の割合の増加度を低くするとは、割合を増加するものの、その増加の程度を低くすることをいう。つまり、過熱しない程度に第2触媒の温度を上昇させる。また、過熱するときとは、実際に過熱するよりも余裕を持たせた低い温度となったときとしても良いし、過熱する虞があるときとしても良い。

【0015】

本発明においては、前記第1供給手段により供給される還元剤が前記第1触媒で反応したガスが、前記第2触媒へ到達した後に、前記第2供給手段により供給される還元剤が前記第2触媒へ到達するように、該第2供給手段により還元剤を供給することができる。

【0016】

つまり、第1供給手段により供給される還元剤により第2触媒の温度が上昇したときに、第2供給手段により還元剤を供給すれば、該第2供給手段により供給される還元剤の反応を促進させることができる。これにより、第2触媒の活性度を高めることができる。

【0017】

本発明においては、前記第2供給手段により供給される還元剤が前記第3触媒で反応しているときに、前記第1供給手段により供給される還元剤が前記第3触媒へ到達するように、該第1供給手段により還元剤を供給することができる。

【0018】

第2供給手段により供給される還元剤が第3触媒で反応したときに、第1供給手段により供給される還元剤が該第3触媒へ到達すれば、該第3触媒におけるHCの反応性を高めることができる。

【0019】

10

20

30

40

50

さらに、第2供給手段により供給される還元剤により第3触媒に吸蔵されていた酸素量が低減したときに、第1供給手段により供給された還元剤が第3触媒へ到達するようにしても良い。このようにすることで、 NO_x の還元剤等を行うことができる時期に第3触媒へHCを到達させることができる。

【0020】

本発明においては、前記第3触媒に供給されるエネルギーが不足したときに、前記第1供給手段及び前記第2供給手段からの還元剤供給量を増加する場合には、前記第1供給手段よりも前記第2供給手段のほうの増加量を多くすることができる。

【0021】

つまり、第3触媒におけるエネルギーの不足分を補うために、第1供給手段及び第2供給手段による還元剤供給量を増加させるが、このときに、第2供給手段による還元剤供給量の増加分を第1供給手段よりも多くする。ここで、第2供給手段により還元剤を供給したほうが、放熱による損失が小さくなる。そのため、第2供給手段により供給する還元剤の増量分の割合を高くすれば、より多くのエネルギーを第3触媒へ与えることができる。また、第2供給手段により還元剤を供給するほうが第3触媒に近いので、第3触媒の温度をより速やかに上昇させることができる。

【0022】

本発明においては、内燃機関の負荷が高いときは低いときよりも、前記第1供給手段からの還元剤供給量の割合を減少させることができる。

【0023】

ここで、第1触媒の温度が上昇すると、排気が通過するときの抵抗が大きくなるため、圧力損失が大きくなる。つまり、第1触媒の温度は、加速性能に影響を与える。なお、第2触媒の温度が上昇しても加速性能に影響を与えるものの、第1触媒よりも下流側に設けられているため、与える影響の度合いは低い。そして、加速時に、圧力損失を減少させると、速やかな加速が可能となる。つまり、第1供給手段からの還元剤供給量の割合を減少させることにより、第1触媒の温度を低下させれば、圧力損失を低減させることができるため、内燃機関の出力を増大させることができる。なお、内燃機関の負荷が高いほど、第1供給手段からの還元剤供給量の割合を減少させても良い。

【0024】

本発明においては、内燃機関で異常燃焼又は失火が発生したときに、その程度が軽度であれば前記第1供給手段からの還元剤の供給を停止し、重度であれば前記第1供給手段及び前記第2供給手段からの還元剤の供給を停止することができる。

【0025】

ここで、失火とは、混合気に着火しなかった場合、混合気に着火した後で火炎伝播が行われずに消火した場合、火炎伝播が行われたが混合気が多く残った状態で火炎が消えた場合を含むことができる。また、気筒内に供給された混合気のうち許容される割合以上の混合気が燃焼しないまま残留している場合に失火しているとしてもよい。さらに、燃焼状態の悪化している場合に失火しているとしてもよい。異常燃焼は、例えばノックや表面着火のことをいう。

【0026】

内燃機関で異常燃焼又は失火が発生したときには、内燃機関からの排気中に未燃燃料が多く含まれる等により、第1触媒の温度が上昇し易くなる。そのため、第1供給手段により還元剤を供給すると第1触媒が過熱する虞がある。排気中に含まれる未燃燃料量がさらに多くなると、第2触媒も過熱する虞がある。そのため、異常燃焼等の程度によって還元剤の供給割合及び供給量を調節する。つまり、異常燃焼等の程度が軽度の場合には、排気中に含まれる未燃燃料が第1触媒でほとんど反応するため、該第1触媒のみが過熱する虞がある。このような場合に、第1供給手段からの還元剤の供給を停止させることにより、第1触媒の過熱を抑制できる。このときには、第2還元剤供給手段による還元剤供給量を増加させて、第3触媒の昇温を継続することもできる。一方、異常燃焼等の程度が重度の場合には、第1触媒での昇温量も大きく、さらに排気中に含まれる未燃燃料が第2触媒に

10

20

30

40

50

も到達するため、第 1 触媒及び第 2 触媒の両方が過熱する虞がある。このような場合には、第 1 供給手段及び第 2 供給手段からの還元剤の供給を停止させることにより、第 1 触媒及び第 2 触媒の過熱を抑制できる。なお、失火や異常燃焼の程度は、これらの継続時間が閾値を超えたときに重度とし、閾値以下のときに軽度とすることができる。また、第 1 触媒のみが過熱する虞のあるときを軽度とし、第 1 触媒及び第 2 触媒が過熱する虞のあるときを重度としても良い。

【 0 0 2 7 】

本発明においては、前記第 1 触媒、または該第 1 触媒よりも下流側で且つ前記第 2 触媒よりも上流側の排気通路に備わる部材に付着している P M 量が閾値を超えたか否か判定する判定手段を備え、前記判定手段により付着している P M 量が閾値を超えたと判定された場合には、前記第 1 供給手段及び前記第 2 供給手段により還元剤を供給することができる。

10

【 0 0 2 8 】

第 1 触媒又は該第 1 触媒よりも下流側で且つ第 2 触媒よりも上流側の排気通路に備わる部材に P M が付着している場合には、第 1 供給手段により還元剤を供給して排気の温度を上昇させることにより、P M を除去することができる。また、このときには第 2 供給手段により還元剤を供給しなくても P M を除去することができる。しかし、このときに第 2 触媒又は第 3 触媒に P M が付着して詰まりが発生する虞がある。これに対し、第 2 供給手段により還元剤を供給することで第 2 触媒にて排気の温度を上昇させれば、第 2 触媒及び第 3 触媒で詰まりが発生することを抑制できる。また、第 1 供給手段及び第 2 供給手段により還元剤を供給して第 1 触媒及び第 2 触媒の温度が上昇すれば、圧力損失が大きくなることにより内燃機関から排出されるガスの温度が上昇するため、詰まりの発生を抑制できる。

20

【 0 0 2 9 】

本発明においては、前記第 1 触媒よりも下流側で且つ前記第 2 供給手段よりも上流側にターボチャージャを備え、前記分配手段は、前記ターボチャージャを排気が通過するときに奪われるエネルギーに基づいて前記第 1 供給手段及び前記第 2 供給手段に還元剤を分配することができる。

【 0 0 3 0 】

ここで、ターボチャージャには冷却水が流されているため、該ターボチャージャを通過するガスから多くのエネルギーが奪われる。また、ターボチャージャでは、ガスのエネルギーがタービンの回転に利用されるためガスの温度が低下する。したがって、第 1 触媒にてガスの温度を上昇させたとしても、ターボチャージャを通過するときに温度が下降してしまう。これに対し、ターボチャージャで多くのエネルギーが奪われるときには、第 2 供給手段からの還元剤供給量の割合を高くすることにより、第 3 触媒へより多くのエネルギーを与えることができる。

30

【 0 0 3 1 】

なお、ターボチャージャには、タービンを迂回するウェストゲートが備わる。このウェストゲートを通過した後のガスの温度と、タービンを通過した後のガスの温度と、は異なる。つまり、夫々で奪われるエネルギーを考慮することにより、第 2 触媒の温度を算出することができる。この温度に基づいて第 1 供給手段及び第 2 供給手段から還元剤を供給することにより、各触媒の温度を適正化することができる。

40

【 0 0 3 2 】

本発明においては、前記第 1 触媒の活性度が高いときは低いときよりも、前記ターボチャージャのウェストゲートを通過する排気量を増加することができる。

【 0 0 3 3 】

排気がウェストゲートを通過すると、奪われる熱が小さくなる。つまり、ウェストゲートを通過する排気量を増加させることにより、ターボチャージャよりも下流側へより多くのエネルギーを与えることができる。そして、第 1 触媒の活性度が高いときには、該第 1 触媒でより多くの還元剤が反応することになるため、ターボチャージャを通過するときに

50

多くのエネルギーが奪われることになる。これに対し、ウェストゲートを通過する排気の量を増加させることにより、奪われるエネルギーを減少させることができるため、第2触媒及び第3触媒へより多くのエネルギーを与えることができる。なお、第1触媒の活性度が高いときほど、ウェストゲートを通過する排気の量を増加しても良い。

【0034】

本発明においては、前記第1触媒から硫黄成分が放出されるときに、前記第2触媒を通過する排気の空燃比がリッチとなるように前記第2供給手段により還元剤を供給することができる。

【0035】

リーン空燃比のガス中に硫黄成分が含まれている場合、該ガスが第1触媒又は第2触媒を通過すると、夫々の触媒で硫黄被毒が生じる。また、夫々の触媒の温度が上昇すると硫黄成分が放出され得る。ここで、第1触媒から硫黄成分が放出されるときに、第2触媒を通過するガスの空燃比がリーンとなっていると、第1触媒から放出された硫黄成分が第2触媒に付着して該第2触媒の硫黄被毒が進行する虞がある。このときに、第2供給手段により還元剤を供給して第2触媒を通過する排気の空燃比をリッチとしておけば、第2触媒に硫黄成分が再度付着することを抑制できる。なお、第2触媒を通過する排気の空燃比をリッチとするのは、該第2触媒の温度が該第2触媒に硫黄成分が付着する温度、すなわち、硫黄成分が放出されない温度となっていたときに限っても良い。これにより、還元剤供給量を低減することができる。

【0036】

本発明においては、前記第1触媒は、ターボチャージャよりも上流に備わり、前記第2触媒は、前記内燃機関の排気通路の中心軸と直行する切断面による断面積が前記排気通路よりも小さくすることができる。

【0037】

ここで、第1触媒をターボチャージャよりも上流に備えることにより、温度の高い排気が第1触媒を通過することになるので、該第1触媒の温度を速やかに上昇させたり、該第1触媒の温度を高いまま維持したりできる。一方、排気通路の中心軸と直行する切断面による断面積が排気通路よりも小さい第2触媒を備えることにより、第2供給手段により供給される還元剤の一部は第2触媒の外側を通過して第3触媒へ到達する。つまり、全く反応していない還元剤を第3触媒へ供給することができるため、該第3触媒で還元剤を反応させて該第3触媒の温度を上昇させることができる。このように第3触媒で還元剤を反応させることにより、排気通路を通過するときの放熱量を減少させることができるため、より少ない還元剤でより速やかに第3触媒の温度を上昇させることができる。

【発明の効果】

【0038】

本発明に係る内燃機関の排気浄化装置は、複数の触媒を備えている場合に、各触媒へ最適な比率で還元剤を分配することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

以下、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の具体的な実施態様について図面に基づいて説明する。

【実施例1】

【0040】

図1は、本実施例に係る内燃機関の排気浄化装置を適用する内燃機関とその吸・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、4つの気筒2を有する水冷式の4サイクル・ディーゼルエンジンである。各気筒2には、該気筒2内に燃料を噴射する燃料噴射弁3が備えられている。

【0041】

また、内燃機関1には、吸気マニホールド4が接続されており、該吸気マニホールド4は、各気筒2の燃焼室と吸気ポート（図示省略）を介して通じている。そして、吸気マニ

10

20

30

40

50

ホールド４は、吸気管５に接続されている。

【００４２】

この吸気管５の途中には、排気のエネルギーを駆動源として作動するターボチャージャ６のコンプレッサハウジング６ａが設けられている。また、コンプレッサハウジング６ａよりも上流の吸気管５には、該吸気管５内を流通する吸気の流量に応じた信号を出力するエアフローメータ７が設けられている。このエアフローメータ７により、内燃機関１の吸入空気量が測定される。

【００４３】

一方、内燃機関１には、排気マニホールド８が接続されており、該排気マニホールド８は、各気筒２の燃焼室と排気ポート（図示省略）を介して通じている。

10

【００４４】

そして排気マニホールド８は、ターボチャージャ６のタービンハウジング６ｂと接続されている。このタービンハウジング６ｂは排気管１０に接続されている。排気マニホールド８の集合部よりも下流で且つタービンハウジング６ｂよりも上流には、第１触媒９が設けられている。また、排気管１０の途中には、上流側から順に、第２触媒１１、第３触媒１２が設けられている。

【００４５】

第１触媒９、第２触媒１１、第３触媒１２は、夫々酸化能力を有する触媒であれば良く、例えば酸化触媒、三元触媒、吸蔵還元型 NO_x 触媒等を用いることができる。第１触媒９及び第２触媒１１は、第３触媒１２よりも小型で、容量が小さい。また、第２触媒１１は、円柱形状であり、その中心軸は排気管１０の中心軸上に位置している。そして、排気管１０の中心軸に直交する面で切断したときの断面積は、該排気管１０の断面積よりも小さい。つまり、排気管１０の内径よりも、第２触媒１１の外径のほうが小さい。なお、第１触媒９に HC を吸着する機能を持たせても良い。このような場合には、第１触媒９にて HC が吸着されるため、第２触媒１１及び第３触媒１２の温度が上昇し難くなる。このような場合であっても、本実施例を適用することができる。

20

【００４６】

第３触媒１２の直上流には、排気の温度に応じた信号を出力する第１温度センサ１５が取り付けられている。第１温度センサ１５により、第３触媒１２に流入する排気の温度を測定することができる。

30

【００４７】

第１触媒９よりも下流側で且つタービンハウジング６ｂよりも上流側と、タービンハウジング６ｂよりも下流側で且つ第２触媒１１よりも上流側と、を接続するウェストゲート通路６ｃが備えられている。このウェストゲート通路６ｃの途中には、該ウェストゲート通路６ｃを開閉するウェストゲートバルブ６ｄが設けられている。このウェストゲート通路６ｃ及びウェストゲートバルブ６ｄは、ターボチャージャの一部としても良い。

【００４８】

第１触媒９よりも上流の排気マニホールド８には、後述する ECU ３０からの信号により開弁して排気中に還元剤たる燃料（ HC ）を噴射する第１添加弁２８が設けられている。また、タービンハウジング６ｂよりも下流で且つ第２触媒１１よりも上流の排気管１０には、後述する ECU ３０からの信号により開弁して排気中に還元剤たる燃料（ HC ）を噴射する第２添加弁２９が設けられている。

40

【００４９】

内燃機関１には、該内燃機関１の回転数を測定するクランク角センサ２１と、ノッキングを検知するノックセンサ２２が取り付けられている。

【００５０】

以上述べたように構成された内燃機関１には、該内燃機関１を制御するための電子制御ユニットである ECU ３０が併設されている。この ECU ３０は、内燃機関１の運転条件や運転者の要求に応じて内燃機関１の運転状態を制御するユニットである。

【００５１】

50

ＥＣＵ３０には、上記センサの他、運転者がアクセルペダル２４を踏み込んだ量に応じた電気信号を出力し機関負荷を検出可能なアクセル開度センサ２５が電気配線を介して接続され、これらセンサの出力信号がＥＣＵ３０に入力されるようになっている。

【００５２】

一方、ＥＣＵ３０には、燃料噴射弁３、ウェストゲートバルブ６ｄ、第１添加弁２８、第２添加弁２９が電気配線を介して接続されており、該ＥＣＵ３０によりこれらの機器が制御される。

【００５３】

ここで、第３触媒１２の昇温時には、第１添加弁２８又は第２添加弁２９から燃料（ＨＣ）を添加する。このときに必要となるエネルギーは、第３触媒１２の温度、排気の温度、ガスの流量、第３触媒１２の熱容量によって算出する。そして、エネルギー量と、第１添加弁２８又は第２添加弁２９からの燃料添加量と、の関係をＥＣＵ３０が算出する。なお、本実施例では第３触媒１２に要求されるエネルギー量に相当する燃料添加量を算出するＥＣＵ３０が本発明における算出手段に相当する。

10

【００５４】

そして、ＨＣを第１触媒９又は第２触媒１１にて反応させ、このときに発生する熱により第３触媒１２の温度を上昇させる。また、第１触媒９又は第２触媒１１で改質されたＨＣを第３触媒１２へ供給することができる。この改質されたＨＣは反応性が高いため、第３触媒１２の温度を速やかに上昇させたり、ＮＯ_xの還元を促進させたりできる。また、第１添加弁２８からの燃料添加に代えて、内燃機関１から積極的にＨＣを排出させても良い。例えば主噴射の後に燃料を噴射して、該主噴射の後に噴射された燃料を改質して排出することもできる。また、主噴射の後に噴射された燃料を燃焼させて排気の温度を上昇させることにより第１触媒９等の温度を上昇させることもできる。さらに、ＥＧＲガスを増加させたり、着火時期を変更したりしても、第１触媒９等へ、ＨＣやＣＯさらには熱を供給することができる。なお、第１添加弁２８からの燃料添加と共に内燃機関１から未燃燃料（ＨＣ）を排出させても良い。本実施例では第１添加弁２８または内燃機関１が本発明における第１供給手段に相当する。また、本実施例では第２添加弁２９が本発明における第２供給手段に相当する。

20

【００５５】

また、第３触媒１２に吸蔵還元型ＮＯ_x触媒（以下、ＮＯ_x触媒という。）を採用している場合には、該ＮＯ_x触媒の硫黄被毒回復時に該ＮＯ_x触媒の温度を上昇させる必要がある。このときにも、同様に燃料添加が行われる。また、第３触媒１２よりも下流にフィルタを備えていたり、第３触媒１２がフィルタに担持されていたりする場合には、該フィルタの再生時にも燃料添加が行われる。

30

【００５６】

ここで、第１触媒９には温度の高い排気が流通するため、ＨＣやＣＯを浄化可能な温度まで速やかに上昇する。しかし、容積が小さいために高ＳＶとなり、排気の流量が少ないときにはＨＣの反応量が多く、排気の流量が多いときにはＨＣの反応量が少なくなる。つまり、排気の流量が多いときには、ＨＣやＣＯを浄化しきれなくなる。

【００５７】

また、第２触媒１１の外径が排気管１０の内径よりも小さいために、排気の一部は第２触媒１１の外側を通過する。そのため、排気中に含まれるＨＣの一部は第２触媒１１で反応しないまま第３触媒１２に到達する。さらに、第１触媒９及び第２触媒１１でＨＣを改質することもできる。このようにして改質されたＨＣは、第３触媒１２にて反応し易いため、該第３触媒１２の温度を速やかに上昇させる。

40

【００５８】

ここで、第１触媒９を排気が通過するときに、該第１触媒９の圧力損失により排気の脈動が減衰する。そのため、第２添加弁２９から燃料添加を行うときに、第２触媒１１を通過する燃料量を安定させることができる。これにより、第２触媒１１で反応させる燃料量を制御し易くなるため、第２触媒１１及び第３触媒１２の温度制御が容易となる。なお、

50

第 2 触媒 1 1 よりも上流側に整流効果のある部材を備えることによっても、排気の脈動を減衰させることができる。

【 0 0 5 9 】

第 3 触媒 1 2 は、第 1 触媒 9 及び第 2 触媒 1 1 と比較して容量が大きく、また下流側に備えられているため温度が上昇し難い。しかし、容量が大きいため、活性温度の下限値以上となれば排気の浄化能力が高い。そのため、第 1 触媒 9 及び第 2 触媒 1 1 を用いて第 3 触媒 1 2 の昇温を図る。ここで、第 1 触媒 9 は温度が上昇し易いが、該第 1 触媒 9 で熱を発生させても、第 3 触媒 1 2 までの距離が長いために、排気管 1 0 から外部への放熱量が多い。一方、第 2 触媒 1 1 は温度が上昇し難いが、該第 2 触媒 1 1 で熱を発生させても、第 3 触媒 1 2 までの距離が短いために、排気管 1 0 から外部への放熱量が少ない。これら

10

【 0 0 6 0 】

そこで本実施例では、第 1 触媒 9 における H C 及び C O の反応量が多い領域では少ない領域と比較して、該第 3 触媒 1 2 の要求エネルギーから得られる基準エネルギーに対してより多くのエネルギーを供給する。第 3 触媒 1 2 の要求エネルギーとは、該第 3 触媒 1 2 の温度を活性温度の下限値まで上昇させるのに要するエネルギーである。また、基準エネルギーは、要求エネルギーまでの不足分であり、要求エネルギーと、内燃機関 1 から排出されるエネルギーと、の差である。

【 0 0 6 1 】

20

図 2 は、エネルギーの関係を示した図である。排出エネルギーとは、内燃機関 1 から排出されるエネルギーである。要求エネルギーとは、第 3 触媒 1 2 の要求エネルギーである。供給エネルギーとは、第 1 添加弁 2 8 から供給されるエネルギーである。

【 0 0 6 2 】

要求エネルギーから排出エネルギーを差し引いた値のエネルギー（図 2 の A ）が、第 3 触媒 1 2 へ供給すべきエネルギーであるが、実際に供給するエネルギーは、途中で奪われるエネルギーの分だけ増量している（図 2 の B ）。

【 0 0 6 3 】

ここで、第 1 触媒 9 における H C の反応量が多い領域では、第 1 添加弁 2 8 から添加される H C や内燃機関 1 から排出される H C が該第 1 触媒 9 で多く反応する。つまり、該第 1 触媒 9 で多くの熱が発生する。しかし、第 1 触媒 9 で多くの熱が発生すると、ターボチャージャ 6 や排気管 1 0 を流通するときに奪われるエネルギーも多くなる。つまり、第 3 触媒 1 2 へ与えるエネルギーが少なくなる。このようにして不足するエネルギーを補うために、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加量を増加させる。

30

【 0 0 6 4 】

第 1 触媒 9 に置ける H C 及び C O の反応量は、該第 1 触媒 9 の温度又は排気の温度や、該第 1 触媒 9 を通過する排気の流量によって変わる。例えば第 1 触媒 9 の温度をセンサで測定し、この温度が所定温度よりも高い場合に H C 及び C O の反応量が多い領域として供給エネルギーを増加させても良い。なお、第 1 触媒 9 の温度は、内燃機関 1 の運転状態から推定しても良い。また、内燃機関 1 の吸入空気量が所定空気量よりも少ない場合に、H C 及び C O の反応量が多い領域として供給エネルギーを増加させても良い。この吸入空気量は排気の流量としても良い。なお、燃料添加量の増加量と第 1 触媒 9 等の温度又は第 1 触媒 9 を通過する排気の流量との関係を予め実験等により求めてマップ化しておいても良い。なお、本実施例では、第 1 触媒 9 の温度や内燃機関 1 の吸入空気量に基づいて、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加量及び第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量を決定する E C U 3 0 が、本発明における分配手段に相当する。

40

【 0 0 6 5 】

以上説明したように本実施例によれば、第 3 触媒 1 2 の要求エネルギーよりも大きなエネルギーを供給するため、放熱によるエネルギー不足を補うことができるので、第 3 触媒 1 2 の温度を速やかに上昇させることができる。

50

【実施例 2】

【0066】

本実施例では、第 2 触媒 11 へ HC を常に付着させておくことにより該第 2 触媒 11 の反応性を向上させる。その他の装置については実施例 1 と同じため説明を省略する。

【0067】

ここで、第 1 触媒 9 を排気が通過するときに、排気中の HC や CO が反応するため、第 2 触媒 11 へ到達する HC や CO は少なくなる。そのため、第 2 触媒 11 での反応性（着火性としても良い。）が低下する。

【0068】

そこで本実施例では、第 1 触媒 9 の温度が活性温度の下限值以上となっているときに所定の周期で第 2 添加弁 29 から燃料添加を行う。この燃料添加は、第 2 触媒 11 の温度が活性温度の下限值に達しているか否かに関わらず行われる。そして燃料添加量は、第 2 触媒 11 の温度に応じて変化させる。つまり、第 2 触媒 11 の温度が活性温度の下限值よりも低い場合には、該第 2 触媒 11 にて HC がほとんど反応しないため、燃料添加量を少なくする。これにより、HC 付着量が過剰に多くなることを抑制する。一方、第 2 触媒 11 の温度が活性温度の下限值以上の場合には、燃料添加量を多くする。なお、燃料添加量を、温度が高いほど多くし、温度が低いほど少なくしても良い。燃料添加量と温度との関係は予め実験等により求めておくこともできる。

10

【0069】

このようにすることで、第 2 触媒 11 での反応性が向上するため、第 3 触媒 12 の温度を上昇させる必要が生じたときに、該第 2 触媒 11 の温度を速やかに上昇させることができる。

20

【実施例 3】

【0070】

本実施例では、第 1 触媒 9 の硫黄被毒が解消し且つ第 2 触媒 11 で硫黄被毒が生じる虞のある場合には、第 2 触媒 11 を通過する排気の空燃比をリッチ空燃比とする。例えば、第 1 触媒 9 の温度が該第 1 触媒 9 から硫黄成分が放出されるか放出される虞のある温度となっており、且つ第 2 触媒 11 の温度が該第 2 触媒 11 から硫黄成分が放出されない温度となっている場合に、第 2 触媒 11 を通過する排気の空燃比をリッチとする。このときには、第 3 触媒 12 へ流入する排気の空燃比がリーンとなるように、第 2 添加弁 29 からの燃料添加量を調節する。その他の装置については実施例 1 と同じため説明を省略する。

30

【0071】

内燃機関 1 から排出される HC や CO が多くなったり、第 1 添加弁 28 から燃料添加を行ったりすると、第 1 触媒 9 の温度が硫黄成分の放出温度に達して、硫黄成分が放出される。この硫黄成分は、第 2 触媒 11 を通過するが、このときに第 2 触媒 11 に硫黄成分が付着する条件が整っていると、該第 2 触媒 11 に硫黄成分が付着して該第 2 触媒 11 の酸化能力が低下する。

【0072】

ここで、硫黄成分は、第 2 触媒 11 の雰囲気が一リーン空燃比のときに該第 2 触媒 11 に付着し得る。つまり、硫黄成分が通過するときに、第 2 触媒 11 の雰囲気をリッチ空燃比としておけば、該第 2 触媒 11 に硫黄成分が付着することを抑制できる。

40

【0073】

なお、第 2 触媒 11 の硫黄被毒を抑止すればよいため、該第 2 触媒 11 の雰囲気をリッチ空燃比とし、それよりも下流側ではリーン空燃比となるようにしている。つまり、第 2 触媒 11 の内側を通過する排気の空燃比をリッチ空燃比とし、第 2 触媒 11 の内側を通過する排気と外側を通過する排気とが合流した後の排気の空燃比が一リーン空燃比となるように、第 2 添加弁 29 からの燃料添加量を調節する。これにより、必要最小限の燃料添加で第 2 触媒 11 の硫黄被毒を抑制することができるため、燃費の悪化を抑制できる。

【実施例 4】

【0074】

50

本実施例では、第 1 触媒 9 の反応性が高いときには、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加量を減少させ、且つ第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量を増加させる。つまり、全燃料添加量に占める第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加量の割合を低くする。これは、第 1 添加弁 2 8 及び第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量の分配比率を変化させているといえる。その他の装置については実施例 1 と同じため説明を省略する。

【0075】

第 1 触媒 9 の反応性が高いと、該第 1 触媒で H C がほとんど反応してしまうため、下流側へ改質された還元剤を供給できなくなる虞がある。また、第 1 触媒 9 で多くの熱が発生すると、放熱による損失が大きくなる。これに対し、第 1 触媒 9 で多くの H C が反応している状態のときに該第 1 触媒 9 で反応する H C 量を減少させることにより、改質された H C を第 3 触媒 1 2 へより多く供給することができ、且つ放熱量を減少させることができる。

10

【0076】

例えば、第 1 触媒 9 の温度が高いほど反応性が高くなるため、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加量を減少させる。この場合、温度に応じて無段階に燃料添加量を減少させても良く、段階的に減少させても良い。同様に、吸入空気量又は排気の流量が少ないほど、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加量を減少させても良い。

【0077】

また、第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量を増加させると、第 2 触媒 1 1 が過熱する虞がある。そこで、第 2 触媒 1 1 が過熱する虞のある場合には、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加量の減少度合いを小さくし、且つ第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量の増加度合いを小さくさせる。つまり、過熱する虞がある状態において、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加量を増加し、且つ第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量を減少させる。第 2 触媒 1 1 が過熱する虞があるか否かは、温度センサにより温度を測定して判定しても良く、内燃機関 1 の運転状態から温度を推定して判定しても良い。

20

【0078】

図 3 は、第 1 添加弁 2 8 及び第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量を示した図である。「通常」とは、第 1 触媒 9 の温度が閾値よりも低い場合である。つまり、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加量を減少させていない場合である。「第 1 触媒高反応時」とは、第 1 触媒の温度が閾値よりも高く、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加量を減少させている場合である。「第 2 触媒過熱時」とは、第 2 触媒 1 1 が過熱する虞のあるときであって、第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量を減少させたときである。

30

【0079】

どの場合であっても、燃料添加量の総量は同じである。そして、この総量に対する夫々の燃料添加量の割合を変更している。

【0080】

このように本実施例によれば、第 1 触媒 9 の反応性が高いときには、該第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加量の割合を減少させるため、第 3 触媒 1 2 へより多くの還元剤を供給することができる。また、放熱による損失も低減することができる。その後、第 2 触媒 1 1 が過熱しそうになった場合には、第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量の割合を減少させるため、該第 2 触媒 1 1 の過熱を抑制できる。

40

【実施例 5】

【0081】

本実施例では、第 1 触媒 9 及び第 2 触媒 1 1 により H C を十分に改質して第 3 触媒 1 2 へ供給する。つまり、第 1 触媒 9 へ酸素と H C を供給することにより H C を軽質化し、さらに第 2 触媒 1 1 へ軽質化した H C と第 2 添加弁 2 9 からの H C を供給することにより水素を生成する。その他の装置については実施例 1 と同じため説明を省略する。

【0082】

なお、本実施例では第 3 触媒 1 2 に N O x 触媒を採用し、該 N O x 触媒の硫黄被毒回復又は N O x 還元時に行われる燃料添加について説明する。この硫黄被毒回復及び N O x 還元時には、第 3 触媒 1 2 に流入する排気の空燃比を周期的にリッチ空燃比とする。

50

【 0 0 8 3 】

まず第 1 触媒 9 では、流入する排気中に酸素が含まれている。この酸素により H C が軽質化される。つまり、第 1 添加弁 2 8 から燃料添加を行うことにより、第 1 触媒 9 では、酸素が減少し且つ H C が軽質化される。そして、酸素が減少し且つ軽質化された H C を含む排気が第 2 触媒 1 1 へ流入する。そして、第 2 触媒 1 1 では、C O と H C により H₂ が生成される。

【 0 0 8 4 】

この H₂ は、第 3 触媒 1 2 での反応性が高いため、N O_xの還元又は硫黄被毒の回復を速やかに完了させることができる。なお、第 1 添加弁 2 8 及び第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量は、実験等により最適値を求めておく。この値は、内燃機関 1 の運転状態を関連付けて記憶しておいても良い。

10

【 実施例 6 】

【 0 0 8 5 】

本実施例では、第 1 添加弁 2 8 及び第 2 添加弁 2 9 から燃料添加を行って第 3 触媒 1 2 の温度を上昇させるときに、燃料添加時期を適正化することで改質された H C をより多く第 3 触媒 1 2 へ供給する。その他の装置については実施例 1 と同じため説明を省略する。

【 0 0 8 6 】

第 1 添加弁 2 8 から燃料添加を行うと、排気の温度が上昇したり、第 1 触媒 9 にて H C が改質されたりする。温度の高いガスが第 2 触媒 1 1 へ流入すると、該第 2 触媒 1 1 の温度が上昇する。また、改質された H C が第 2 触媒 1 1 へ流入すると、該第 2 触媒 1 1 で速やかに H C が反応して温度が上昇する。そして例えば第 2 触媒 1 1 の温度が活性温度の下限值以上に上昇したときに第 2 添加弁 2 9 からの H C が到達することにより、該第 2 触媒 1 1 における温度上昇が促進される。また H C の改質が促進される。つまり、第 1 添加弁 2 8 による燃料添加に遅れて第 2 添加弁 2 9 による燃料添加を行うことにより、H C の反応を促進させることができる。なお、第 2 添加弁 2 9 と第 2 触媒 1 1 との距離が十分に近い場合には、第 2 添加弁 2 9 から噴射される燃料がすぐに第 2 触媒 1 1 へ到達する。このような場合には、第 2 触媒 1 1 の温度が活性温度の下限值以上に上昇したときに第 2 添加弁 2 9 から燃料添加を行えばよい。

20

【 0 0 8 7 】

そして、より温度の高いガスや、より多くの改質された H C を第 3 触媒 1 2 へ供給することができるため、該第 3 触媒 1 2 の温度を速やかに上昇させることができる。

30

【 0 0 8 8 】

図 4 は、本実施例に係る第 1 添加弁 2 8 と第 2 添加弁 2 9 との燃料添加タイミングを示したタイムチャートである。これは、E C U 3 0 からの指令値を示し、O N のときに開弁され、O F F のときに閉弁される。

【 0 0 8 9 】

このように、周期的に燃料添加を行うときに、第 1 添加弁 2 8 の開弁時期と第 2 添加弁 2 9 の開弁時期とをずらしている。なお、ずらす時間は、内燃機関 1 の吸入空気量や第 1 触媒 9 の温度及び第 2 触媒 1 1 の温度によって変わるため、これらの関係を予め実験等により求めておいても良い。また、第 2 触媒 1 1 の温度をセンサで測定するか、推定して該温度に応じて第 2 添加弁 2 9 の開弁時期を決定しても良い。

40

【 実施例 7 】

【 0 0 9 0 】

本実施例では、第 3 触媒 1 2 の温度をフィードバック制御しているときに、該第 3 触媒 1 2 の温度を上昇させる必要が生じた場合には燃料添加量を増加し、この増加分の燃料添加量は第 1 添加弁 2 8 よりも第 2 添加弁 2 9 のほうを多くする。その他の装置については実施例 1 と同じため説明を省略する。

【 0 0 9 1 】

ここで、第 3 触媒 1 2 の温度が目標温度よりも低い場合には、第 1 添加弁 2 8 及び第 2 添加弁 2 9 により燃料添加を行う。このときに、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加では、放

50

熱による損失が大きい。また、第 1 触媒 9 から第 3 触媒 1 2 までの距離が長いので、第 1 添加弁 2 8 から燃料添加を行うと温度制御の精度が低くなる。つまり、燃料添加量を補正するときに、第 1 添加弁 2 8 よりも第 2 添加弁 2 9 における補正量を多くしたほうが、第 3 触媒 1 2 の温度を速やかに上昇させることができる。

【 0 0 9 2 】

図 5 は、目標温度とするために要する燃料添加量と、燃料添加量の補正量と、を示した値である。「目標床温」には、第 3 触媒 1 2 の温度を目標温度とするために必要となる燃料添加量の総量が示される。「補正」には、補正前の燃料添加量の総量と、第 1 添加弁 2 8 及び第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量の増加分とが示される。第 1 添加弁 2 8 よりも第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量の増加分が多くなる。そして、補正前の燃料添加量の総量に、第 1 添加弁 2 8 及び第 2 添加弁 2 9 からの増加分を加えた量が、目標温度とするために要する燃料添加量と等しくなるようにする。なお、夫々の増加分の適正值は予め実験等により求めておいても良い。

10

【 0 0 9 3 】

以上説明したように本実施例によれば、第 3 触媒 1 2 の温度制御が容易となるため、温度制御の精度を高めることができる。また、放熱による損失を低減することができるため、燃料消費量を低減することができる。

【 実施例 8 】

【 0 0 9 4 】

本実施例では、内燃機関 1 で失火や異常燃焼が発生したときに、その程度が軽度のときには第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加を停止し且つ第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量をその分増加させ、その程度が重度のときには、第 1 添加弁 2 8 及び第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加を停止させる。その他の装置については実施例 1 と同じため説明を省略する。

20

【 0 0 9 5 】

失火が発生したか否かは、機関回転数の変動に基づいて判定することができる。また、例えばノッキングが発生したことはノックセンサ 2 2 を用いることにより検知することができる。ここで、失火や異常燃焼が発生すると、内燃機関 1 から未燃燃料が排出される。そして、この未燃燃料は、まず第 1 触媒 9 へ流入し、該第 1 触媒 9 の温度を上昇させる。このときに、さらに第 1 添加弁 2 8 から燃料添加を行うと、第 1 触媒 9 が過熱する虞がある。

30

【 0 0 9 6 】

そこで、失火や異常燃焼の程度が軽度の場合には、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加を停止させて、第 1 触媒 9 の過熱を抑制する。しかし、この場合には、第 3 触媒 1 2 の昇温に必要なエネルギーが得られなくなるため、第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量を増加させる。これにより、第 2 触媒 1 1 で発熱させたり、HC を改質したりできるため、第 3 触媒 1 2 の温度を上昇させることができる。第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量の増加分は、第 1 添加弁 2 8 から供給されるエネルギー量と等しくする。また、単に第 1 添加弁 2 8 から添加するはずであった燃料量を増加分としても良い。失火や異常燃焼の程度に応じて第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加量を減少させ、第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量を増加させても良い。燃料添加量は段階的に変化させても良い。

40

【 0 0 9 7 】

しかし、失火や異常燃焼の程度が重度の場合には、第 1 触媒 9 での発熱量が多くなり、さらに、第 1 触媒 9 をすり抜けた未燃燃料が第 2 触媒 1 1 で発熱する。そのため、第 2 触媒 1 1 も高温となる。これに対し、第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加も停止させて、第 2 触媒 1 1 の過熱を抑制する。なお、失火や異常燃焼の程度に応じて、第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量を減少させても良い。この減少は段階的に行っても良い。

【 0 0 9 8 】

失火や異常燃焼の程度は、これらの継続時間に応じて判定しても良い。つまり、これらの継続時間が閾値を超えれば重度と判定し、閾値以下であれば軽度と判定する。また、ノックセンサ 2 2 により得られるノッキングの振幅等が閾値を超えた場合を重度と判定し

50

ても良い。閾値は、予め実験等により求めておく。

【 0 0 9 9 】

以上説明したように本実施例によれば、失火や異常燃焼が発生したときに、第 1 触媒 9 及び第 2 触媒 1 1 の過熱を抑制しつつ、第 3 触媒 1 2 の昇温を継続して行うことができる。

【 実施例 9 】

【 0 1 0 0 】

本実施例では、第 1 触媒 9 及びその下流側であって、第 2 触媒 1 1 よりも上流側で、詰まりや未燃燃料の固着等が発生した場合には、第 1 添加弁 2 8 及び第 2 添加弁 2 9 から燃料添加を行う。その他の装置については実施例 1 と同じため説明を省略する。

10

【 0 1 0 1 】

ここで、第 1 触媒 9 の詰まりやターボチャージャ 6 への未燃燃料の固着等が発生した場合には、第 1 添加弁 2 8 のみから燃料添加を行っても、これらを解消することができる。つまり、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加により、第 1 触媒 9 で H C が反応すれば、そのときに発生する熱により、第 1 触媒 9 に付着している P M が酸化されることにより除去される。しかし、このときに P M が第 1 触媒 9 やターボチャージャ 6 から脱離して、第 2 触媒 1 1 や第 3 触媒 1 2 に再度付着する虞がある。また、第 1 触媒 9 で H C が反応しないまますり抜けて、第 2 触媒 1 1 や第 3 触媒 1 2 に付着する虞がある。これに対し、第 2 添加弁 2 9 から燃料添加を行うことにより第 2 触媒 1 1 の温度を上昇させれば、第 2 触媒 1 1 や第 3 触媒 1 2 に P M や H C が付着しないか、付着したとしてもすぐに酸化されるため、詰まりが発生することを抑制できる。

20

【 0 1 0 2 】

また、第 1 触媒 9 及び第 2 触媒 1 1 の温度を上昇させることにより、圧力損失が増加するため、機関負荷が増加することになる。これにより、内燃機関 1 からの排気の温度が上昇するため、P M や H C を除去し易くなる。この効果は、第 1 触媒 9 の温度のみを上昇させるよりも、第 1 触媒 9 及び第 2 触媒 1 1 の温度を上昇させるほうが高くなる。

【 0 1 0 3 】

なお、例えば第 1 触媒 9 の上流側と、タービンハウジング 6 b の下流側との差圧を測定する差圧センサを備え、該差圧が閾値を超えたときに詰まり等が発生していると判定することができる。また、過給圧の上昇率が閾値以下となったときに、ターボチャージャ 6 に未燃燃料が固着していると判定することができる。また、内燃機関 1 の回転変動や負荷変動に応じて判定することもできる。なお、本実施例では詰まり等が発生していると判定する E C U 3 0 が、本発明における 1 触媒、または該第 1 触媒よりも下流側で且つ第 2 触媒よりも上流側の排気通路に備わる部材に付着している P M 量が閾値を超えたか否か判定する判定手段に相当する

30

【 0 1 0 4 】

また、第 1 触媒 9 及びその下流側であって、第 2 触媒 1 1 よりも上流側に E G R 通路が接続されている場合には、該 E G R 通路内に付着している P M 等を除去するときにも同様にして適用可能である。また、実際に詰まり等が発生していなくても、詰まり等が発生する虞のあるとき、例えば内燃機関 1 から P M が多量に排出されるとき等に上記制御を行っても良い。

40

【 0 1 0 5 】

以上説明したように本実施例によれば、第 1 触媒 9 の詰まりやターボチャージャ 6 への未燃燃料の固着等を解消するときに、第 2 添加弁 2 9 から燃料添加を行うことにより、第 2 触媒 1 1 や第 3 触媒 1 2 に P M や H C が付着することを抑制できる。また、内燃機関 1 からの排気の温度が上昇するため、詰まり等を速やかに解消することができる。

【 実施例 1 0 】

【 0 1 0 6 】

本実施例では、第 3 触媒 1 2 に N O x 触媒を採用している。そして、N O x 触媒の N O x 還元時や硫黄被毒回復時であって、第 1 添加弁 2 8 及び第 2 添加弁 2 9 から燃料添加を行

50

って第3触媒12へHCを供給するときに、効果的にHCが供給できるよう第1添加弁28からの燃料添加のタイミングを調節する。その他の装置については実施例1と同じため説明を省略する。

【0107】

第2添加弁29から燃料添加を行うと、その一部は第2触媒11へ付着し、その後、該第2触媒で反応する。また、第2触媒11の外側を通過したHCや、第2触媒11内で反応しないまま通過したHCは、第3触媒12へ付着し、その後、該第3触媒12で反応する。これらの夫々について、ある程度の時間がかかる。

【0108】

そして、本実施例では、第2添加弁29から添加されたHCが第3触媒12で反応しているときに、第1添加弁28から添加されたHCが第3触媒12へ到達するように、該第1添加弁28からの燃料添加時期を調節する。

10

【0109】

例えば、第2添加弁29から燃料添加を行い、HCが第3触媒12で反応を開始する前に、第1添加弁28から燃料添加を行っても良い。つまり、第3触媒12における反応開始の時期を、第1添加弁28と第2添加弁29とでずらしても良い。

【0110】

また、第2添加弁29から添加されたHCによって第3触媒12に吸蔵されている酸素が放出された後に、第1添加弁28から添加されたHCが第3触媒12へ到達するように、該第1添加弁28からの燃料添加時期を調節しても良い。

20

【0111】

例えば、第2添加弁29から燃料添加を行い、HCが第3触媒12で反応を開始してから所定時間後に、第1添加弁28から燃料添加を行っても良い。つまり、第3触媒12における反応開始の時期を、第1添加弁28と第2添加弁29とでずらしても良い。

【0112】

また、第1添加弁28からの燃料添加時期の適正值は、内燃機関1の吸入空気量や第1触媒9の温度、第2触媒11の温度、第3触媒12の温度等によって変わるため、これらの関係を予め実験等により求めておいても良い。

【0113】

例えば、第3触媒12の温度が低いと、HCの蒸発に時間がかかるため、第1添加弁28からの燃料添加開始時期を該第3触媒12の温度に応じて補正しても良い。つまり、第3触媒12の温度が低いほど、第1添加弁28からの燃料添加開始時期を遅らせても良い。

30

【0114】

また例えば、内燃機関1の吸入空気量が少ないと、HCの蒸発に時間がかかるため、第1添加弁28からの燃料添加開始時期を該吸入空気量に応じて補正しても良い。つまり、内燃機関1の吸入空気量が少ないほど、第1添加弁28からの燃料添加開始時期を遅らせても良い。

【0115】

以上説明したように本実施例によれば、第3触媒12でHCが反応しているときにさらにHCを供給することができるため、HCを効率良く供給することができる。また、第3触媒12から酸素が放出された後にHCを供給することによってもHCを効率良く供給することができる。

40

【実施例11】

【0116】

本実施例では、内燃機関1の負荷が高いときには、第1添加弁28からの燃料添加を停止し且つ第2添加弁29からの燃料添加量をその分増加させ、負荷が低いときには、第1添加弁28及び第2添加弁29から燃料添加を行う。その他の装置については実施例1と同じため説明を省略する。

【0117】

50

第 1 添加弁 2 8 から燃料添加を行うと、第 1 触媒 9 の温度が上昇して圧力損失が大きくなる。そのため、内燃機関 1 の出力を低下させる虞がある。これに対し、内燃機関 1 の負荷が高いときに、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加を停止させれば、内燃機関 1 の出力の低下を抑制する。このようにすることで、速やかな加速が可能となる。また、このときに第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量を増加させることにより、第 3 触媒 1 2 の昇温を継続することができる。第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量の増加分は、第 1 添加弁 2 8 から供給されるエネルギー量と等しくする。また、単に第 1 添加弁 2 8 から添加するはずであった燃料量を増加分としても良い。

【 0 1 1 8 】

一方、内燃機関 1 の負荷が低いときには、第 1 触媒 9 における圧力損失の影響が小さいため、第 1 添加弁 2 8 からも燃料添加を行う。つまり、第 1 添加弁 2 8 及び第 2 添加弁 2 9 から燃料添加を行う。これにより、各触媒において H C の改質等が促進されるため、第 3 触媒 1 2 の温度をより効率良く高めることができる。

10

【 0 1 1 9 】

なお、内燃機関 1 の負荷に応じて第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加量を減少させ、第 2 添加弁 2 9 からの燃料添加量を増加させても良い。このときに、燃料添加量は段階的に変化させても良い。

【 0 1 2 0 】

また、第 1 添加弁 2 8 からの燃料添加を停止させる閾値となる負荷は、加速性能と第 3 触媒 1 2 の昇温性能とを考慮して予め実験等により最適値を求めておく。

20

【 実施例 1 2 】

【 0 1 2 1 】

本実施例では、第 2 触媒 1 1 に流入するガス温度、及び第 2 触媒の温度を、ウェストゲート通路 6 c を流通するガス量を考慮しつつ推定する。その他の装置については実施例 1 と同じため説明を省略する。

【 0 1 2 2 】

ここで、ウェストゲート通路 6 c を通過したガスの温度と、タービンハウジング 6 b 内を通過したガスの温度と、は異なる。つまり、タービンハウジング 6 b 内をガスが通過すると、冷却水に熱を奪われたり、タービンを回転させることによりエネルギーが消費されたりするため、温度がより低くなる。

30

【 0 1 2 3 】

そこで本実施例では、第 1 触媒 9 における H C の反応量、ウェストゲート通路 6 c を通過するガスとタービンハウジング 6 b を通過するガスとの比率、タービンハウジング 6 b を通過するときに奪われる熱量、に基づいて第 2 触媒 1 1 の温度を推定する。つまり、第 2 触媒 1 1 の温度 T_c は次の式により推定することができる。

$$T_c = T_{gin} + T_{pc} - (A \times \Delta T_b + B \times \Delta T_{tc} + \Delta t) + C \times \Delta T_c + K$$

ただし、 T_{gin} は第 1 触媒 9 に流入する排気の温度、 T_{pc} は第 1 触媒 9 における発熱分、 ΔT_b はウェストゲート通路 6 c を通過するガスの放熱分、 ΔT_{tc} はタービンハウジング 6 b を通過するガスの放熱分、 Δt はその他の放熱分、 ΔT_c は第 2 触媒 1 1 における発熱分、 A はウェストゲート通路 6 c を通過するガスの比率、 B はタービンハウジング 6 b を通過するガスの比率、 C はウェストゲート通路 6 c をガスが通過することにより第 2 触媒 1 1 へ流入するガス量が変化することによる補正分、 K は熱容量による遅れ分である。

40

【 0 1 2 4 】

つまり、ウェストゲート通路 6 c を通過する分の温度変化と、タービンハウジング 6 b を通過するときの温度変化とを夫々算出することにより、第 2 触媒 1 1 の温度をより正確に推定することができる。

【 0 1 2 5 】

なお、第 1 触媒 9 に流入する排気の温度 T_{gin} は例えば温度センサで測定したり、機関回転数及び機関負荷から推定したりして得ることができる。また、第 1 触媒 9 における

50

発熱分 T_{pc} は、第 1 添加弁 28 からの燃料添加量に基づいて得ることができる。ウェストゲート通路 6c を通過するガスの放熱分 ΔT_b 、タービンハウジング 6b を通過するガスの放熱分 ΔT_{tc} 、その他の放熱分 Δt は、予め実験等により得ることができる。第 2 触媒 11 における発熱分 ΔT_c は、第 2 添加弁 29 からの燃料添加量及び第 1 触媒 9 からすり抜ける HC 量に基づいて得ることができる。ウェストゲート通路 6c を通過するガスの比率 A、タービンハウジング 6b を通過するガスの比率 B、ウェストゲート通路 6c をガスが通過することにより第 2 触媒 11 へ流入するガス量が変化することによる補正分 C、熱容量による遅れ分 K は予め実験等により得ることができる。

【実施例 13】

【0126】

本実施例では、第 1 触媒 9 における HC の反応性が高い場合には、ウェストゲートバルブ 6d を開いて第 2 触媒 11 に流入するガス温度を流入させる。その他の装置については実施例 1 と同じため説明を省略する。

【0127】

ここで、第 1 触媒 9 における HC の反応性が高い場合には、該第 1 触媒 9 において多くの熱が発生する。そのため、タービンハウジング 6b をガスが通過すると、該タービンハウジング 6b で多くの熱が奪われる。つまり、損失が大きくなる。これにより、第 2 触媒 11 及び第 3 触媒 12 の昇温量が小さくなる。

【0128】

これに対し、ウェストゲートバルブ 6d を開いてウェストゲート通路 6c へガスを流せば、奪われる熱を減少させることができるため、第 2 触媒 11 及び第 3 触媒 12 の温度を上昇させることができる。また、第 2 触媒 11 へ高温のガスが流入することにより、第 2 添加弁 29 から添加される燃料の霧化を促進することができる。

【0129】

また、本実施例では、第 1 触媒 9 へ積極的に HC を供給している場合には限らない。つまり、第 1 添加弁 28 により燃料添加が行われているときに限らない。また、内燃機関 1 から積極的に HC を排出させる場合はもちろん、通常の運転状態の場合であっても適用できる。

【0130】

なお、第 1 触媒 9 における反応性が高い場合に代えて、第 1 触媒 9 における HC の反応量が閾値以上の場合としても良い。また、タービンハウジング 6b を通過するときの放熱量が閾値以上の場合としても良い。これらの閾値は、内燃機関 1 に要求される出力、及び第 2 触媒 11 に要求される昇温量を考慮して決定する。これは、実験等により求めても良い。また、例えば第 1 触媒の反応性が高くなるほど、ウェストゲート通路 6c を通過する排気の比率を高くしても良い。

【実施例 14】

【0131】

本実施例では、図 1 に示した内燃機関の排気系とは異なる構成について説明する。なお、図 1 と同じ構成については図示及び説明を省略する。

【0132】

図 6 は、ターボチャージャを並列に 2 つ備えている場合の概略構成図である。図 1 に示したターボチャージャ 6 と並列に第 2 ターボチャージャ 60 を備えている。第 2 ターボチャージャ 60 のタービンハウジング 60b の上流側は排気マニホールド 8 に接続され、下流側は第 2 排気管 100 の一端に接続されている。第 2 排気管 100 の他端は、ターボチャージャ 6 のタービンハウジング 6b よりも下流側で且つ第 2 触媒 11 よりも上流側の排気管 10 (図 6 の A で示した箇所) に接続されている。

【0133】

なお、第 2 排気管 100 の他端は、第 2 触媒 11 よりも下流側で且つ第 3 触媒 12 よりも上流側の排気管 10 (図 6 の B で示した箇所) に接続しても良い。また、第 2 排気管 100 の他端は、第 3 触媒 12 よりも下流側の排気管 10 (図 6 の C で示した箇所) に接続

10

20

30

40

50

しても良い。なお、ターボチャージャを３つ以上備えていても良い。

【０１３４】

図７は、第１触媒９がタービンハウジング６ｂよりも下流側に設けられている場合の概略構成図である。つまり、タービンハウジング６ｂよりも下流側に、第１触媒９、第２添加弁２９、第２触媒１１、第３触媒１２が順に設けられている。

【０１３５】

図８は、ターボチャージャを並列に２つ備え、さらに第１触媒９がタービンハウジング６ｂよりも下流側に設けられている場合の概略構成図である。図１に示したターボチャージャ６と並列に第２ターボチャージャ６０を備えている。第２ターボチャージャ６０のタービンハウジング６０ｂの上流側は排気マニホールド８に接続され、下流側は第２排気管１００の一端に接続されている。第２排気管１００の他端は、ターボチャージャ６のタービンハウジング６ｂよりも下流側で且つ第１触媒９よりも上流側の排気管１０に接続されている。

10

【０１３６】

図６，７，８で示した構成であっても、ＨＣを第１触媒９又は第２触媒１１にて反応させ、このときに発生する熱により第３触媒１２の温度を上昇させることができる。また、第１触媒９又は第２触媒１１で改質されたＨＣを第３触媒１２へ供給することができる。図６，７，８で示した構成は、可能な限り前記実施例と組み合わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【０１３７】

20

【図１】実施例１に係る内燃機関の排気浄化装置を適用する内燃機関とその吸・排気系の概略構成を示す図である。

【図２】エネルギーの関係を示した図である。

【図３】第１添加弁及び第２添加弁からの燃料添加量を示した図である。

【図４】実施例に係る第１添加弁と第２添加弁との燃料添加タイミングを示したタイムチャートである。

【図５】目標温度とするために要する燃料添加量と、燃料添加量の補正量と、を示した値である。

【図６】ターボチャージャを並列に２つ備えている場合の概略構成図である。

【図７】第１触媒がタービンハウジングよりも下流側に設けられている場合の概略構成図である。

30

【図８】ターボチャージャを並列に２つ備え、さらに第１触媒がタービンハウジングよりも下流側に設けられている場合の概略構成図である。

【符号の説明】

【０１３８】

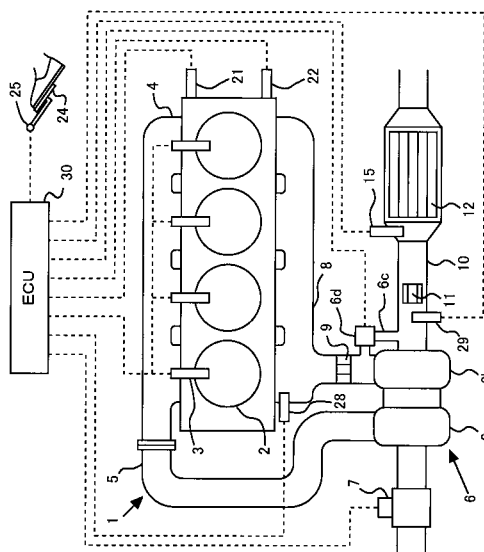
- １ 内燃機関
- ２ 気筒
- ３ 燃料噴射弁
- ４ 吸気マニホールド
- ５ 吸気管
- ６ ターボチャージャ
- ６ a コンプレッサハウジング
- ６ b タービンハウジング
- ６ c ウェストゲート通路
- ６ d ウェストゲートバルブ
- ７ エアフローメータ
- ８ 排気マニホールド
- ９ 第１触媒
- １０ 排気管
- １１ 第２触媒

40

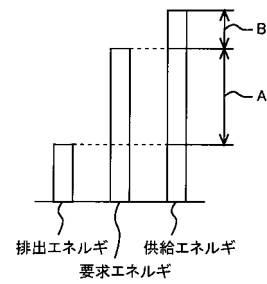
50

- 1 2 第 3 触 媒
- 1 5 温 度 センサ
- 2 1 クランク角センサ
- 2 2 ノックセンサ
- 2 4 アクセルペダル
- 2 5 アクセル開度センサ
- 2 8 第 1 添 加 弁
- 2 9 第 2 添 加 弁
- 3 0 E C U

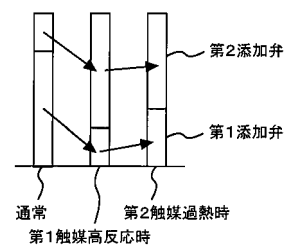
【 図 1 】



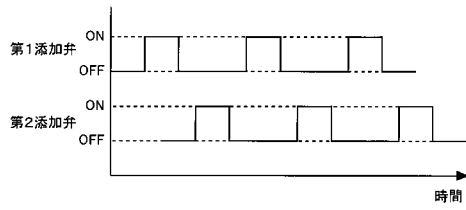
【 図 2 】



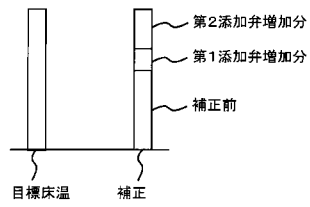
【 図 3 】



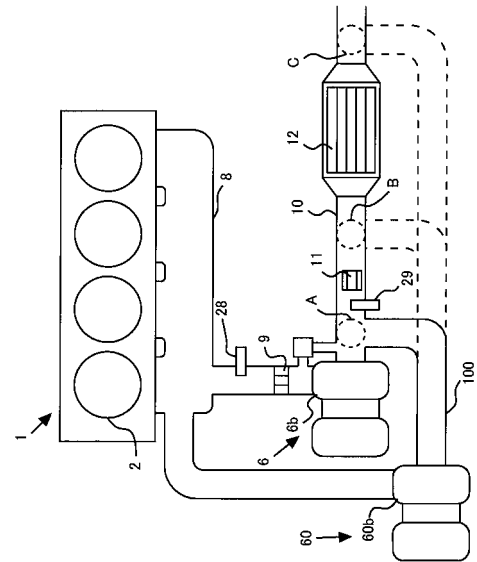
【 図 4 】



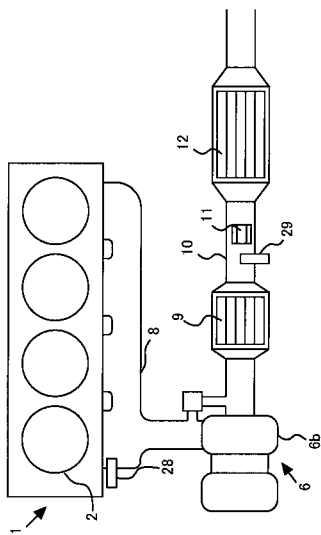
【 図 5 】



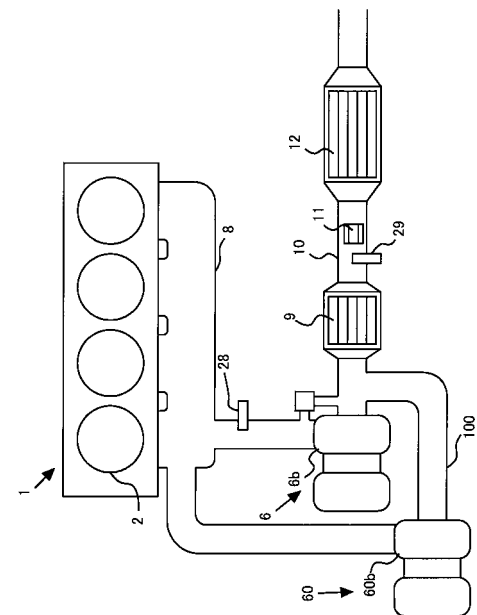
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
F 0 1 N 3/36 B

(74)代理人 100143797

弁理士 宮下 文徳

(72)発明者 辻本 健一

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

F ターム(参考) 3G091 AA10 AA11 AA18 AA28 AB02 BA01 BA03 BA07 BA08 BA11
BA14 BA15 BA19 CA16 CA18 CB02 DA02 EA01 EA05 EA07
EA17 HA08 HA12 HB06
4D048 AA06 AA13 AA18 AB01 AB02 AB05 AC02 BC04 CC32 DA01
DA02 DA06 DA13 EA04