

(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2010-14064

(P2010-14064A)

(43) 公開日 平成22年1月21日 (2010.1.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/36 (2006.01)	FO1N 3/36 B	3G091
BO1D 53/94 (2006.01)	BO1D 53/36 1O1A	4D048
BO1D 53/86 (2006.01)	BO1D 53/36 ZAB	
FO1N 3/28 (2006.01)	BO1D 53/36 1O1B	
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/28 3O1C	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-176149 (P2008-176149)
 (22) 出願日 平成20年7月4日 (2008.7.4)

(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

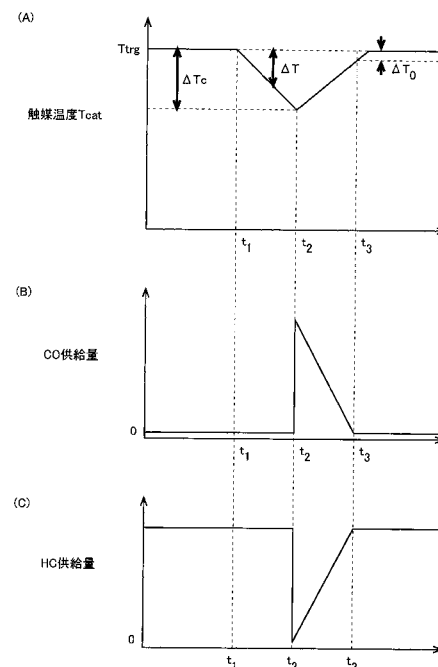
(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】触媒昇温処理、パティキュレートフィルタの再生処理、NO_x触媒の硫黄被毒回復処理の実行中に、触媒が失活することを抑制する技術を提供する。

【解決手段】酸化能を有する触媒と、触媒にHCを供給する手段と、触媒にCOを供給する手段と、触媒温度を取得する手段と、触媒にHC及び/又はCOを供給することによって触媒を目標温度に制御する触媒温度制御手段と、を備え、触媒温度制御手段は、取得された触媒温度と目標温度との温度差に基づいて、HCの供給量及びCOの供給量を制御する。触媒温度を目標温度に維持する場合、温度差の大きさが基準値を越えた場合にCOを供給する。触媒温度を目標温度に向かって昇温する場合、温度差の変化速度に基づいてHCの供給量及びCOの供給量を制御する。

【選択図】 図7



【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た酸化能を有する触媒と、
前記触媒に流入する排気中に H C を供給する H C 供給手段と、
前記触媒に流入する排気中に C O を供給する C O 供給手段と、
前記触媒の温度を取得する温度取得手段と、
前記 H C 供給手段によって H C を供給及び / 又は前記 C O 供給手段によって C O を供給することにより前記触媒の温度を上昇させる触媒昇温制御を行う触媒昇温制御手段と、
を備え、

前記触媒昇温制御手段は、前記触媒昇温制御の実行条件が成立した場合に、

10

前記触媒の温度が所定の第 1 基準温度より低いときは、前記触媒昇温制御を実行せず、

前記触媒の温度が前記第 1 基準温度以上で且つ所定の第 2 基準温度より低いときは、前記 C O 供給手段によって C O を供給することにより前記触媒昇温制御を実行し、

前記触媒の温度が前記第 2 基準温度以上で且つ所定の第 3 基準温度より低いときは、前記 C O 供給手段によって C O を供給及び前記 H C 供給手段によって H C を供給することにより前記触媒昇温制御を実行し、

前記触媒の温度が前記第 3 基準温度以上のときは、前記 H C 供給手段によって H C を供給することにより前記触媒昇温制御を実行することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

20

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記触媒昇温制御手段は、前記温度取得手段により取得される前記触媒の温度が、前記第 2 基準温度以上で且つ前記第 3 基準温度より低いときに行う触媒昇温制御において、当該触媒の温度が高いほど、前記 H C 供給手段による H C の供給量を多くするとともに、前記 C O 供給手段による C O の供給量を少なくすることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】

内燃機関の排気通路に配置された酸化能を有する触媒と、
前記触媒に流入する排気中に H C を供給する H C 供給手段と、
前記触媒に流入する排気中に C O を供給する C O 供給手段と、
前記触媒の温度を取得する温度取得手段と、
前記 H C 供給手段による H C の供給及び / 又は前記 C O 供給手段による C O の供給により前記触媒の温度を所定の目標温度に制御する触媒温度制御を行う触媒温度制御手段と、
を備え、

30

前記触媒温度制御手段は、前記温度取得手段により取得される前記触媒の温度と前記目標温度との差に応じて、前記 H C 供給手段による H C の供給量及び前記 C O 供給手段による C O の供給量を制御することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】

請求項 3 において、

40

前記触媒温度制御手段は、前記温度差が大きいほど、前記 C O 供給手段による C O の供給量を多くすることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】

請求項 3 において、

前記触媒温度制御手段は、前記温度差が所定の第 1 の基準値より大きくなったことを条件に前記 C O 供給手段による C O の供給を開始し、その後前記温度差が所定の第 2 の基準値より小さくなったことを条件に前記 C O 供給手段による C O の供給を停止することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】

請求項 5 において、

50

前記触媒温度制御手段は、前記ＣＯ供給手段によるＣＯの供給を行う時は、ＣＯの供給量に応じて、前記ＨＣ供給手段によるＨＣの供給を調節することを特徴とする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】

内燃機関の排気系に設けられた触媒を昇温する技術として、排気系への燃料添加又は副噴射の実施によって未燃燃料（炭化水素、以下ＨＣ）を触媒に供給し、ＨＣが触媒において酸化反応する際の反応熱を利用する技術がある。ここで、ＨＣが酸化反応することが困難なほどに触媒温度が低い場合には、触媒にＨＣを供給してもＨＣの酸化反応熱による触媒の昇温効果が得られないばかりか、未反応のＨＣが触媒をすり抜けて白煙などの形で大気に排出されてしまうという問題がある。これに対し、ＨＣが酸化困難なほど触媒温度が低い場合には、触媒へのＨＣの供給を行わないようにする技術が提案されている（特許文献１）。

10

【特許文献１】特開２００６－２７４９０７号公報

【特許文献２】特開２００１－１６４９２８号公報

【特許文献３】特開２００４－３４６８７７号公報

20

【特許文献４】特開２００３－１７２１８５号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

この従来技術では、ＨＣが酸化困難なほど触媒温度が低い場合には、触媒の昇温処理を行うことができない。そのため、ＰＭを捕集するフィルタの再生処理や吸蔵還元型ＮＯ_x触媒の硫黄被毒回復処理などの、事前の触媒昇温処理を必要とする制御を開始できないという問題があった。

【０００４】

また、フィルタの再生処理やＮＯ_x触媒の硫黄被毒回復処理の実行中には、大量のＨＣを触媒に供給する必要がある。ここで、触媒に供給されたＨＣが反応するためには、ＨＣが触媒の活性点に吸着し、気化する必要がある。しかしながら、触媒に大量のＨＣが供給されると、ＨＣの吸着及び気化のプロセスの進行速度より新たなＨＣが供給される速度が上回り、触媒の活性点が未反応のＨＣによって被覆されてしまう場合がある。そうすると、ＨＣが酸化可能なほど触媒温度が高い場合であっても、触媒の活性が失われ、ＨＣの酸化反応が進まなくなり、フィルタ再生処理や硫黄被毒回復処理を適切に実行できなくなる虞があった。

30

【０００５】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、ＨＣが酸化困難なほど触媒温度が低い状態においても触媒の昇温を可能とする技術を提供することを目的とする。また、フィルタ再生処理や硫黄被毒回復処理の実行中に触媒の活性が失われることを抑制可能な技術を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【０００６】

上記目的を達成するため、本発明の内燃機関の排気浄化装置は、

内燃機関の排気通路に配置された酸化能を有する触媒と、

前記触媒に流入する排気中にＨＣを供給するＨＣ供給手段と、

前記触媒に流入する排気中にＣＯを供給するＣＯ供給手段と、

前記触媒の温度を取得する温度取得手段と、

前記ＨＣ供給手段によってＨＣを供給及び／又は前記ＣＯ供給手段によってＣＯを供給

50

することにより前記触媒の温度を上昇させる触媒昇温制御を行う触媒昇温制御手段と、
を備え、

前記触媒昇温制御手段は、前記触媒昇温制御の実行条件が成立した場合に、

前記触媒の温度が所定の第 1 基準温度より低いときは、前記触媒昇温制御を実行せず、

前記触媒の温度が前記第 1 基準温度以上で且つ所定の第 2 基準温度より低いときは、
前記 CO 供給手段によって CO を供給することにより前記触媒昇温制御を実行し、

前記触媒の温度が前記第 2 基準温度以上で且つ所定の第 3 基準温度より低いときは、
前記 CO 供給手段によって CO を供給及び前記 HC 供給手段によって HC を供給すること
により前記触媒昇温制御を実行し、

10

前記触媒の温度が前記第 3 基準温度以上のときは、前記 HC 供給手段によって HC を
供給することにより前記触媒昇温制御を実行する
ことを特徴とする。

【0007】

本発明は、触媒において CO が酸化反応可能な温度は、触媒において HC が酸化反応
可能な温度より低いことに着目して成された。CO が酸化反応可能な温度及び HC が酸化反
応可能な温度は、排気空燃比や排気の流量、内燃機関の運転状態等によって変化するが
、概ね、CO が酸化反応可能な温度は HC が酸化反応可能な温度より 50 程低い。従っ
て、HC が酸化反応することが困難なほど触媒温度が低い場合であっても、CO の酸化反
応は可能である場合がある。そのような場合には、触媒に CO を供給することによって、
当該 CO を触媒において酸化反応させ、その反応熱によって触媒を昇温することができる
。

20

【0008】

本発明において、第 1 基準温度とは、触媒における CO の酸化反応熱によって触媒を昇
温することが可能な温度の下限値に基づいて定められる温度である。第 1 基準温度は、触
媒における CO の酸化反応可能性、触媒を通過する排気による熱の持ち去り、触媒に流入
する排気空燃比、排気の流量、内燃機関の運転条件等の種々の条件に基づいて定めるこ
とができる。第 1 基準温度はこのような種々の条件によって異なり得るが、概ね 150
前後の温度である。

【0009】

30

触媒の温度がこの第 1 基準温度より低い場合には、CO の酸化反応熱によっても、HC
の酸化反応熱によっても、触媒を昇温することは困難であるので、触媒昇温制御手段によ
る触媒昇温制御は実行しない。他の手段による触媒昇温が可能な構成を有する場合にそれ
を用いて触媒を昇温することは妨げないが、少なくとも CO 供給手段による CO の供給又
は HC 供給手段による HC の供給を行っての触媒の昇温は実施しない。

【0010】

CO が反応困難なほど触媒温度が低い場合に触媒に CO が供給されると、CO は気体と
して触媒に供給されるので、供給された CO は触媒をすり抜けてそのまま大気に排出され
てしまう。CO は毒性を有するので、大気への排出はできるだけ抑制することが好ましい
。本発明によれば、CO の酸化反応も困難なほど触媒温度が低い場合には、CO の供給も
HC の供給も行われないので、有毒の CO や未燃 HC の白煙が大気に排出されるのを抑制
することができる。

40

【0011】

本発明において、第 2 基準温度とは、触媒において HC が酸化反応可能な温度の下限値
に基づいて定められる触媒の温度である。第 2 基準温度は、排気空燃比、排気の流量、
内燃機関の運転条件等の種々の条件に基づいて定められる。第 2 基準温度はこのような種
々の条件によって異なり得るが、触媒において CO が酸化可能な温度より 50 程度高い
温度であり、概ね 200 前後の温度である。

【0012】

触媒の温度が第 1 基準温度以上第 2 基準温度未満の場合には、CO の酸化反応熱によっ

50

て触媒を昇温することは可能だが、触媒におけるH Cの酸化反応は困難であるので、C O供給手段によって触媒にC Oを供給することによって触媒昇温制御を実施する。これにより、H Cの酸化反応が困難なほど触媒が低温の状態においても、C Oの供給によって触媒を昇温することができる。従って、フィルタの再生処理やN O x触媒の硫黄被毒回復処理などの、事前の触媒昇温が要求される処理をより広範な運転条件下で実行することが可能となる。

【0013】

本発明において、第3基準温度とは、触媒におけるH Cの酸化反応熱によって触媒を昇温することが可能な温度の下限值に基づいて定められる触媒の温度である。第3基準温度は、触媒へのH Cの供給量、供給速度、触媒に吸着したH Cの気化速度、それらに影響を与える種々の因子、例えば排気の空燃比、排気の流量、内燃機関の運転条件等の種々の条件に基づいて定めることができる。第3基準温度はこのような種々の条件によって異なり得るが、概ね300 ~ 330 の温度である。

10

【0014】

触媒の温度が第2基準温度以上第3基準温度未満の場合には、触媒においてC O及びH Cがともに酸化反応可能であるが、H Cの供給のみによって触媒を昇温しようとする、上述したように、H Cの気化速度やH Cの供給速度、H Cの供給量、排気流量、排気空燃比、内燃機関の運転条件等の条件によっては、未反応H Cによる触媒の被毒及び失活の可能性がある。そこで、このような温度条件の場合には、C Oの酸化反応熱及びH Cの酸化反応熱の両方を利用して触媒を昇温する。これにより、未反応H Cの大量吸着によって触媒が失活することを抑制しつつ、好適に触媒を昇温することが可能となる。

20

【0015】

この温度条件では、触媒に供給されるC Oの量とH Cの量とを一定値に固定しても良いし、触媒の温度に応じて変化させてもよい。例えば、触媒の温度が高くなるほど、H Cの気化速度が速くなるので、触媒の温度が高くなるほど、H Cの供給量を増加させるようにしても良い。その際、H Cの供給量の増加とともにC Oの供給量を減少させても良いし、第3基準温度に達するまで所定量のC Oの供給を継続するようにしても良い。H Cの供給量やC Oの供給量の変化のさせ方は、連続的であっても良いし、段階的であっても良い。H Cの気化速度には排気の流量も関係しているので、吸入空気量やエンジン回転数を考慮してC Oの供給量及びH Cの供給量を変化させても良い。

30

【0016】

触媒の温度が第3基準温度以上の場合には、H Cの供給及びC Oの供給のいずれによっても触媒を昇温することが可能だが、大量のC Oを触媒に供給することは困難な場合がある。触媒により多くのC Oを供給するためには、上述したように、吸気絞りやEGRガス導入によって不完全燃焼の割合を増加させたり、燃料噴射量を多くして空燃比を低下させたりする必要があり、要求C O供給量が増大すると、PMの発生量の増加、オイル希釈、燃費悪化などの問題が起こる可能性がある。C Oの供給によって触媒を昇温する場合には、触媒を昇温可能な触媒温度の下限值が、H Cの供給によって触媒を昇温する場合と比較して低い、というメリットがあると同時に、大量のC Oの供給にはこのような背反があるため、本発明では、触媒の温度が第3基準温度以上の場合には、H Cの供給によって触媒を昇温を行うようにした。これにより、PM発生量の増加、オイル希釈、燃費の悪化などの問題の発生を抑制しつつ、触媒を昇温することが可能になる。

40

【0017】

本発明によれば、H Cの酸化反応が困難なほど触媒温度が低い時には主にC Oを供給することによって触媒を昇温し、H Cの酸化反応が可能なほど触媒温度が高い時にH Cを供給することによって触媒を昇温するようにした触媒昇温制御によって、より広範な運転条件下において好適に触媒を昇温することが可能となる。従って、フィルタの再生処理や吸蔵還元型のN O x触媒の硫黄被毒回復処理など、フィルタやN O x触媒を高温の目標温度まで事前に昇温することが要求される処理を、より広範な運転条件下において実施することが可能となる。

50

【 0 0 1 8 】

ところで、H C が触媒において酸化反応する際には、供給された H C が触媒の活性点に吸着した後、気化するプロセスを経るため、触媒における H C の反応速度は C O の反応速度と比較すると遅い。そのため、H C の酸化反応が可能なほど触媒温度が高い場合であっても、触媒に供給される H C の酸化反応の速度を超えて大量の H C が短時間に触媒に供給されると、未反応の H C が触媒の活性点に大量に吸着し、触媒が H C によって被毒された状態となり、触媒の活性が失われる可能性がある。その場合、触媒における H C の酸化反応が好適に進行しなくなるため、触媒温度が低下する虞もある。

【 0 0 1 9 】

このように、大量の H C を供給することが要求される触媒温度制御を行う場合には、H C 又は C O のいずれを触媒に供給するかを選択を、触媒温度のみに応じて行うことは、触媒を目標温度まで効率的に昇温したり、昇温した触媒の温度を目標温度に好適に維持したりするうえで、十分ではない。

10

【 0 0 2 0 】

そこで、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置は、
内燃機関の排気通路に配置された酸化能を有する触媒と、
前記触媒に流入する排気中に H C を供給する H C 供給手段と、
前記触媒に流入する排気中に C O を供給する C O 供給手段と、
前記触媒の温度を取得する温度取得手段と、
前記 H C 供給手段による H C の供給及び / 又は前記 C O 供給手段による C O の供給により前記触媒の温度を所定の目標温度に制御する触媒温度制御を行う触媒温度制御手段と、
を備え、

20

前記触媒温度制御手段は、前記温度取得手段により取得される前記触媒の温度と前記目標温度との差に応じて、前記 H C 供給手段による H C の供給量及び前記 C O 供給手段による C O の供給量を制御することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

この発明によれば、触媒温度制御における触媒への H C の供給量及び C O の供給量が、実際の触媒温度と目標温度との差に応じて制御される。例えば、触媒温度をある目標温度に維持する触媒温度制御を行う場合、目標温度と触媒温度との温度差の大きさに応じて C O の供給量及び H C の供給量を制御することができる。これにより、触媒温度の目標温度からの乖離を検知し、それに基づいて触媒の活性状態を判断し、必要に応じて C O の供給による触媒の昇温や失活状態の解消を行うことができる。

30

【 0 0 2 2 】

また、触媒温度をある目標温度に向けて昇温する触媒温度制御を行う場合、目標温度と触媒温度との温度差の変化傾向に応じて C O の供給量及び H C の供給量を制御することができる。触媒温度を目標温度に向けて昇温する場合、触媒が活性化していれば温度差は縮まっていくが、触媒が失活している場合、温度差の変化速度（減少速度）の大きさが小さくなったり、温度差の変化速度が正（温度差が広がる方向に変化する）になったりするので、これを検知し、必要に応じて C O の供給による触媒の昇温や失活状態の解消を行うことができる。

40

【 0 0 2 3 】

上述のように、C O は気体分子の状態で触媒に流入するので、H C のように触媒への吸着及び気化というプロセスを経る必要が無く、触媒の活性点に到着した時点ですぐに酸化反応する。そのため、応答性良く触媒の温度を上げることができる。これにより、触媒温度が目標温度から大きく乖離することを抑制することができるとともに、触媒温度が目標温度から乖離した場合でも、素早く触媒温度を目標温度に戻すことができる。また、触媒を昇温する場合に、触媒温度が好適に上昇しなくなったり触媒温度が低下し始めたりした場合でも、素早く好適に触媒温度が上昇する状態に戻すことができる。

【 0 0 2 4 】

ここで、C O 供給手段による C O の供給量は、触媒温度と目標温度との温度差が大きい

50

ほど増大させても良い。こうすることで、触媒温度と目標温度との乖離が大きい場合でも、触媒温度を早期に目標温度に一致させることができる。この場合、COの供給量を、触媒温度及び目標温度の温度差に対して、連続的に変化させても良いし、段階的に変化させても良い。

【0025】

また、触媒温度と目標温度との温度差が所定の第1の基準値より大きくなったことを条件に、CO供給手段によるCOの供給を開始するようにしても良い。この場合、COの供給開始とともに触媒温度と目標温度との温度差が縮まり、温度差が所定の第2の基準値より小さくなったことを条件に、CO供給手段によるCOの供給を停止するようにしても良い。例えば、CO供給手段によるCOの供給を開始してから、触媒温度が目標温度にほぼ一致したと判断可能な程度まで温度差が小さくなるまで、COの供給を継続するようにしても良い。この時、CO供給手段によるCOの供給量は、一定量としても良いし、温度差の縮小に応じてCOの供給量を減らすようにしても良い。

【0026】

また、CO供給手段によるCOの供給が開始された場合に、HC供給手段によるHCの供給量をCOの供給量に応じて調節するようにしても良い。例えば、COの供給前後でHCの供給量を同一量にしても良いし、COの供給量が多くなるほどHCの供給量を減らすようにしても良い。或いは、CO供給手段によるCOの供給を行っている時には、HC供給手段によるHCの供給を停止するようにしても良い。

【0027】

本発明によれば、HCが酸化可能なほど触媒温度が高い（例えば上述した第3基準温度よりも高い）場合であっても、触媒温度と目標温度との間に差が生じた場合にはCO供給手段によってCOが供給される。従って、大量の還元剤を供給することが要求される触媒温度制御において、大量のHCの供給によって触媒が失活した場合においても、素早く触媒の活性状態を回復させすることを抑制できる。また、触媒が失活した場合であっても、早期に活性状態を回復させ、触媒温度を目標温度に一致させることができる。

【発明の効果】

【0028】

本発明により、HCが酸化困難なほど触媒温度が低い状態においても触媒を昇温することが可能になる。また、触媒を昇温する制御や、触媒温度を目標温度に維持する制御や、フィルタ再生処理や硫黄被毒回復処理等の大量の還元剤の供給が要求される制御の実施中に、触媒が失活することを抑制できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

以下に図面を参照して、この発明を実施するための最良の形態を例示的に詳しく説明する。本実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置等は、特に記載がない限りは、発明の技術的範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

【実施例1】

【0030】

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気系及び排気系の概略構成を模式的に示す概念図である。内燃機関1は4つの気筒49を備えたディーゼルエンジンである。各気筒49には筒内に燃料を噴射供給するインジェクタ29が備えられている。各気筒49は不図示の吸気ポートを介して吸気マニホールド17に連通している。吸気マニホールド17には吸気通路42が接続されている。また、各気筒49は不図示の排気ポートを介して排気マニホールド18に連通している。排気マニホールド18には排気通路43が接続されている。排気マニホールド18には、排気中に燃料を添加する燃料添加弁19が設けられている。

【0031】

排気通路43と吸気通路42とはEGR通路15によって連通している。EGR通路15を介して内燃機関1からの排気の一部がEGRガスとして吸気通路42に流入する。E

10

20

30

40

50

GR通路15にはEGRガスを調節するEGR弁14が配置されている。吸気通路42には吸入空気量を調節する吸気絞り弁22及び吸入空気量を測定するエアフロメータ7が設けられている。また、排気通路43には吸蔵還元型のNOx触媒41が設けられている。NOx触媒41は、流入する排気の空燃比がリーンの時に排気中のNOxを吸蔵し、流入する排気の空燃比がストイキ又はリッチの時にNOxを放出する。その時、NOx触媒周囲に還元剤が存在すれば、放出したNOxをN₂に還元浄化する。本実施例のNOx触媒41が、本発明における触媒に相当する。NOx触媒41の下流側の排気通路43には、NOx触媒41から流出する排気の温度を測定する排気温度センサ50が設けられている。

【0032】

10

内燃機関1には内燃機関1の動作を制御するコンピュータであるECU26が併設されている。ECU26にはエアフロメータ7、排気温度センサ50の他、クランク角度センサやアクセル開度センサ等のセンサ類が接続され、それら各センサの測定データが入力される。また、ECU26にはインジェクタ29、燃料添加弁19、吸気絞り弁22、EGR弁14その他の機器類が接続され、それら各機器の動作を制御する制御信号がECU26から出力される。

【0033】

NOx触媒41は排気中のSOxも吸蔵し、SOxの吸蔵量の増大とともにそのNOx浄化能力が低下する。そのため、NOx触媒41に吸蔵されたSOxをNOx触媒41から脱離させる硫黄被毒回復処理を定期的実施することによって、NOx触媒41のNOx浄化能力を回復させる必要がある。

20

【0034】

硫黄被毒回復処理では、まずNOx触媒41の温度を所定の目標温度以上の温度まで上昇させ、その後NOx触媒41の温度を当該目標温度に維持しつつNOx触媒41に流入する排気の空燃比をリッチ化することによって、NOx触媒41に吸蔵されたSOxをNOx触媒41から脱離させる。ここで、目標温度は、NOx触媒41からSOxを脱離させることが可能な触媒温度の下限値に基づいて定められる温度(700前後)であり、排気温度より大幅に高い温度までNOx触媒41を升温する必要がある。

【0035】

NOx触媒41の升温は、NOx触媒41の上流側から還元剤としてHCを供給することによって行うことができる。NOx触媒41にHCを供給する手段として、本実施例では、燃料添加弁19による排気中への燃料添加、又は、インジェクタ29により圧縮上死点後の比較的遅い時期(例えば100°ATDC)に微量の燃料を副噴射するポスト噴射を行う。このようにしてNOx触媒41に供給されたHCは、NOx触媒41において酸化反応し、その際に発生する反応熱によってNOx触媒41の温度が上昇する。本実施例において燃料添加弁19又はポスト噴射を行うインジェクタ29が、本発明におけるHC供給手段に相当する。

30

【0036】

また、NOx触媒41の升温は、NOx触媒41の上流側から還元剤としてCOを供給することによっても行うことができる。NOx触媒41にCOを供給する手段として、本実施例では、インジェクタ29により圧縮上死点後の比較的早い時期(例えば40°ATDC)に微量の燃料を副噴射するアフター噴射、排気上死点近傍に微量の燃料を副噴射するピグム噴射、EGR弁14を開弁してEGRガスを大量に導入することによって実現される低温燃焼、吸気絞り弁22を絞ることによる吸入空気量の低減、燃料噴射量を増量することによる空燃比のリッチ化を行う。このようにしてNOx触媒41に供給されたCOは、NOx触媒41において酸化反応し、その際に発生する反応熱によってNOx触媒41の温度が上昇する。本実施例において、アフター噴射を行うインジェクタ29、ピグム噴射を行うインジェクタ29、EGR弁14を開弁して低温燃焼制御を行うECU26、吸気絞り弁22を絞って吸入空気量低減制御を行うECU26、空燃比のリッチ化制御を行うECU26が、本発明におけるCO供給手段に相当する。

40

50

【 0 0 3 7 】

そして、NOx触媒41の触媒温度が目標温度以上まで昇温されたら、NOx触媒41の触媒温度を当該目標温度に維持しつつ、NOx触媒41に流入する排気の空燃比をリッチ化する。これにより、NOx触媒41に吸蔵されたSOxがNOx触媒41から脱離する。本実施例では、NOx触媒41の上流側から還元剤としてHC及び/又はCOを供給することによって、NOx触媒41の温度を維持するとともに、NOx触媒41に流入する排気の空燃比をリッチ化することにより、SOx脱離処理を行う。

【 0 0 3 8 】

ここで、HCがNOx触媒41において酸化反応する場合には、まずNOx触媒41の酸化反応の活性点にHCが吸着し、吸着したHCが気化し、気化したHCが酸化反応する、というプロセスを経る。そのため、NOx触媒41におけるHCの酸化反応の速度は比較的遅く、特にHCが気化しにくい低温状態ではその傾向が顕著である。また、HCが活性点に吸着してから酸化反応してその活性点が開放されるまでに遅れがあるため、NOx触媒41へのHCの供給速度が速かったり、大量のHCが供給されたりすると、NOx触媒41の酸化反応の活性点が未反応のHCの吸着によって被覆されてしまい、NOx触媒41が失活してしまう場合がある。HCが酸化反応可能なほどNOx触媒41の温度が十分高い場合においても、HCの供給速度や供給量によっては、このようにしてNOx触媒41が失活する可能性がある。逆に、NOx触媒41の温度がHCが酸化反応可能なほど十分に高くない場合には、NOx触媒41に供給されたHCはNOx触媒41に吸着するので、未反応のHCが大量に大気に排出される虞は少ない。

【 0 0 3 9 】

一方、COがNOx触媒41において酸化反応する場合には、COは気体の状態でNOx触媒41に供給されるので、NOx触媒41の酸化反応の活性点にCOが到着した時点ですぐに酸化反応する。そのため、NOx触媒41におけるCOの酸化反応の速度は比較的速く、HCが酸化反応困難なほどNOx触媒41が低温の状態であっても、COは酸化反応可能な場合もある。NOx触媒41においてCOが酸化反応可能な温度は、NOx触媒41においてHCが酸化反応可能な温度と比較して、概ね50程低い。また、HCの場合のようにNOx触媒41の酸化反応の活性点が被覆されることが無いため、大量のCOを供給してもそれによってNOx触媒41が失活してしまう可能性は少ない。逆に、NOx触媒41の温度がCOが酸化反応可能なほど十分に高くない場合には、NOx触媒41に供給されたCOはNOx触媒41で反応することなくそのままNOx触媒41をすり抜けて大気に排出される。この場合、有毒のCOのエミッションが増加することになり、好ましくない。

【 0 0 4 0 】

本実施例の硫黄被毒回復処理では、NOx触媒41においてHC又はCOが酸化反応する際の上記のような性質の相違に着目して、NOx触媒41の昇温制御及び昇温後のNOx触媒41に流入する排気のリッチ化制御を行うようにした。以下、本実施例の硫黄被毒回復処理について説明する。図2は、本実施例の硫黄被毒回復処理におけるNOx触媒41の昇温制御ルーチンを表すフローチャートである。このルーチンは内燃機関1の運転中、ECU26によって定期的に行われる。

【 0 0 4 1 】

ステップS101において、ECU26は、硫黄被毒回復処理の実行条件の成立の有無を判定する。本実施例では、前回の硫黄被毒回復処理の実行からの燃料噴射量の積算値が所定の基準値を超えている場合に、硫黄被毒回復処理の実行条件が成立したと判定する。ステップS101において硫黄被毒回復処理の実行条件が成立したと判定した場合(Yes)、ECU26はステップS102に進む。ステップS101において硫黄被毒回復処理の実行条件が成立していないと判定した場合(No)、ECU26は本ルーチンを一旦抜ける。

【 0 0 4 2 】

ステップS102において、ECU26は、NOx触媒41の触媒温度Tcatを取得

10

20

30

40

50

する。本実施例では、排気温度センサ 50 によって測定した NOx 触媒 41 の出ガス温度に基づいて NOx 触媒 41 の触媒温度を推定する。本実施例においてステップ S102 を実行して触媒温度 Tcat を取得する ECU 26 が、本発明における温度取得手段に相当する。

【0043】

ステップ S103 ~ ステップ S106 において、ECU 26 は、ステップ S102 で取得した触媒温度 Tcat と予め定められた基準温度との比較を行い、その比較結果に基づいて、NOx 触媒 41 の昇温制御を行う。基準温度としては、本実施例では、第 1 基準温度 T1、第 2 基準温度 T2 及び第 3 基準温度 T3 の 3 つの基準温度を定めた。

【0044】

第 1 基準温度 T1 は、NOx 触媒 41 に CO を供給することによって NOx 触媒 41 を昇温することが可能な触媒温度の下限值に基づいて定める。第 1 基準温度として、単に NOx 触媒 41 において CO が酸化反応可能な温度を用いることもできるが、NOx 触媒 41 において CO の酸化反応自体は可能であっても、その反応熱によって NOx 触媒 41 を昇温することができるか否かは、NOx 触媒 41 を通過する排気による熱の持ち去り等も影響すると考えられる。従って、本実施例では、排気の流量、排気の空燃比、内燃機関 1 の運転状態に応じた可変値として第 1 基準温度を定めることとした。第 1 基準温度 T1 は概ね 150 前後の温度である。

【0045】

第 2 基準温度 T2 は、NOx 触媒 41 において HC が酸化反応可能な触媒温度の下限值に基づいて定める。NOx 触媒 41 における HC の酸化反応には、上記のように HC の吸着及び気化のプロセスが含まれるので、例えば排気の流量が多ければより HC が気化し易くなる等、第 2 基準温度も第 1 基準温度と同様に種々の条件に応じた可変値として定めることとした。第 2 基準温度 T2 は第 1 基準温度 T1 より概ね 50 程高く、200 前後の温度である。

【0046】

第 3 基準温度 T3 は、NOx 触媒 41 に HC を供給することによって NOx 触媒 41 を昇温することが可能な触媒温度の下限值に基づいて定める。上述のように、HC が酸化反応可能なほど NOx 触媒 41 の温度が高くても、大量の HC が供給されたり、HC の供給速度に対して HC の吸着・気化・酸化のプロセスの速度が追いつかなかつたりした場合には、NOx 触媒 41 の活性点が未反応の HC によって被毒された状態となり、NOx 触媒 41 が失活する可能性がある。そのような場合には、HC のみの供給によって NOx 触媒 41 を好適に昇温することは難しい。このような事情を考慮して、本実施例では、第 3 基準温度を第 2 基準温度より高い温度に設定した。第 3 基準温度 T3 は概ね 300 ~ 330 前後の温度である。

【0047】

ステップ S103 において、触媒温度 Tcat が第 1 基準温度 T1 より低い場合 (Tcat < T1)、ECU 26 は本ルーチンの実行を一旦抜ける。すなわち、この場合 NOx 触媒 41 の昇温制御は行わず、従って硫黄被毒回復処理もこの時点で一旦中止する。触媒温度が第 1 基準温度より低い場合には、NOx 触媒 41 において CO の酸化反応は好適に進行しない。上記のように、このような温度条件下で NOx 触媒 41 に CO を供給すると、未反応の CO が NOx 触媒 41 をすり抜けてそのまま大気に放出される可能性があり、好ましくない。従って、少なくとも CO の供給又は HC の供給による触媒昇温は行わないこととした。これにより、CO による昇温も HC による昇温も見込めない低温状態において CO の供給が行われてエミッションが悪化する事態を回避できる。なお、本実施例では、この場合触媒昇温も硫黄被毒回復処理も行わないこととしたが、これはあくまで CO の供給又は HC の供給による触媒昇温を行わないということであり、何らかの NOx 触媒 41 を昇温する手段を有するなら、その手段によって触媒昇温を行うことを何ら妨げない。その場合、当該昇温手段によって NOx 触媒 41 を目標温度まで昇温し、硫黄被毒回復処理を継続しても良い。また、本ステップにおいて本ルーチンから一旦抜けた場合であって

10

20

30

40

50

も、本ルーチンは定期的に繰り返し実行される。そして、例えば内燃機関 1 が高負荷運転をするなどにより触媒温度 T_{cat} が第 1 基準温度以上となれば、ステップ S 1 0 4 ~ ステップ S 1 0 6 の昇温制御が実行されることになる。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 1 0 3 において、触媒温度 T_{cat} が第 1 基準温度 T_1 以上で且つ第 2 基準温度 T_2 より低い場合 ($T_1 \leq T_{cat} < T_2$)、ECU 2 6 はステップ S 1 0 4 に進み、NOx 触媒 4 1 に CO を供給することによって NOx 触媒 4 1 の昇温を行う。この温度領域では、CO の酸化反応熱によって NOx 触媒 4 1 を昇温することは可能だが、HC の酸化反応は困難なため、CO のみを供給して触媒昇温を行う。これにより、HC の酸化反応が困難なほど NOx 触媒 4 1 が低温の状態においても、CO の供給によって触媒を昇温することができる。ステップ S 1 0 4 を実行後、ECU 2 6 はステップ S 1 0 2 に戻る。

10

【 0 0 4 9 】

ステップ S 1 0 2 において、触媒温度 T_{cat} が第 2 基準温度 T_2 以上で且つ第 3 基準温度 T_3 より低い場合 ($T_2 \leq T_{cat} < T_3$)、ECU 2 6 はステップ S 1 0 5 に進み、NOx 触媒 4 1 に CO 及び HC を供給することによって NOx 触媒 4 1 の昇温を行う。この温度領域では、NOx 触媒 4 1 において CO も HC も両方とも酸化反応可能だが、HC の供給のみによって触媒を昇温しようとする、と、上述したように、HC の気化速度や HC の供給速度、HC の供給量、排気流量、排気空燃比、内燃機関 1 の運転条件等によっては、未反応の HC による NOx 触媒 4 1 の被毒及び失活の可能性がある。HC の供給速度を遅くすれば、HC のみを供給し且つ NOx 触媒 4 1 が失活しないようにして NOx 触媒 4 1 を昇温することも不可能ではないが、そうすると昇温速度が遅くなる。硫黄被毒回復処理における NOx 触媒 4 1 の昇温はできるだけ早期に完了することが好ましいので、本実施例では、この温度領域において CO と HC とを併用して NOx 触媒 4 1 を昇温するようにした。これにより、NOx 触媒 4 1 の失活を抑制しつつ、急速に NOx 触媒 4 1 を昇温することができる。なお、ステップ S 1 0 5 において、NOx 触媒 4 1 に供給する CO の量及び HC の量は、又は、NOx 触媒 4 1 に供給すべき全還元成分量のうちの CO と HC との比率は、ある一定値としても良いし、NOx 触媒 4 1 の温度に応じた可変値としても良い。例えば、NOx 触媒 4 1 の温度が高くなるほど、CO の供給量を減らすとともに HC の供給量を増やしても良い。この場合の CO や HC の供給量の変化のさせ方は、NOx 触媒 4 1 の温度に関して連続的なものとしても良いし、段階的なものとしても良い。また、NOx 触媒 4 1 の温度上昇とともに HC の供給量を増加させつつ、CO の供給量は維持するようにしても良い。ステップ S 1 0 5 を実行後、ECU 2 6 はステップ S 1 0 2 に戻る。

20

30

【 0 0 5 0 】

ステップ S 1 0 3 において、触媒温度 T_{cat} が第 3 基準温度 T_3 以上で且つ目標温度 T_{trg} より低い場合 ($T_3 \leq T_{cat} < T_{trg}$)、ECU 2 6 はステップ S 1 0 6 に進み、NOx 触媒 4 1 に HC を供給することによって NOx 触媒 4 1 の昇温を行う。この温度領域では、CO の酸化反応及び HC の酸化反応のいずれによっても NOx 触媒 4 1 を昇温させることが可能である。しかしながら、ディーゼルエンジンの場合、大量の CO を発生させることには背反がある。すなわち、NOx 触媒 4 1 に CO を供給する場合、吸入空気量を減らしたり EGR ガス量を増やしたりすることによって不完全燃焼の割合を増加させたり、燃料噴射量を増やして空燃比をリッチ化させたりするため、大量の CO を発生させようとする、PM の発生量の増加、オイル希釈、燃費悪化等の問題が生じる可能性がある。これに対して、HC を供給する場合は、このような問題を生じることなく、比較的多くの量を NOx 触媒 4 1 に供給できるというメリットがある。従って、NOx 触媒 4 1 に大量の HC を供給しても未反応 HC による NOx 触媒 4 1 の被毒及び失活の虞のないこの温度領域においては、HC の供給のみによって NOx 触媒 4 1 の昇温を行うこととした。ステップ S 1 0 6 を実行後、ECU 2 6 はステップ S 1 0 2 に戻る。

40

【 0 0 5 1 】

ステップ S 1 0 3 において、触媒温度 T_{cat} が目標温度 T_{trg} 以上の場合 ($T_{trg} \leq T_{cat}$)、

50

g T c a t)、E C U 2 6 は昇温制御が完了したと判断し、硫黄被毒回復処理における触媒昇温後の処理、すなわち図 3 のステップ S 2 0 1 以降の処理に移行する。

【 0 0 5 2 】

本実施例においてステップ S 1 0 4 ~ 1 0 6 を実行する E C U 2 6 が、本発明における触媒昇温制御手段に相当する。

【 0 0 5 3 】

以上説明した昇温制御を実行した時の N O x 触媒 4 1 の触媒昇温 T c a t、C O 供給量、及び、H C 供給量の時間変化の一例を図 3 に示す。

【 0 0 5 4 】

図 3 の例では、時刻 t 0 において硫黄被毒回復処理の実行条件が成立したと判定されたとする。この時、図 3 (A) に示すように、触媒温度 T c a t は第 1 基準温度 T 1 より低かったとする。この場合、C O の供給によっても H C の供給によっても好適に N O x 触媒 4 1 を昇温することができないので、図 3 (B) 及び図 3 (C) に示すように、C O の供給も H C の供給も行われない。従って、C O 又は H C の供給による N O x 触媒 4 1 の昇温は、この時点では行われない。ここでは、その他の要因、例えば、内燃機関 1 が高負荷運転する等によって排気の温度が高まり、それによって触媒温度が徐々に上昇し、時刻 t 1 において触媒温度 T c a t が第 1 基準温度 T 1 に達したとする。

【 0 0 5 5 】

触媒温度 T c a t が第 1 基準温度 T 1 に達すると、図 3 (B) に示すように C O の供給が開始される。この温度ではまだ H C が N O x 触媒 4 1 において酸化反応困難であるので、図 3 (C) に示すように、H C の供給は行われない。これにより、H C の酸化反応熱によって N O x 触媒 4 1 を昇温することが困難な低温状態においても、図 3 (A) に示すように、N O x 触媒 4 1 を昇温することができる。

【 0 0 5 6 】

そして、時刻 t 2 において触媒温度 T c a t が第 2 基準温度 T 2 に達すると、N O x 触媒 4 1 において H C が酸化反応可能になるので、図 3 (B) 及び図 3 (C) に示すように、H C の供給が開始され、触媒温度 T c a t の上昇とともに H C の供給量が増加させていく。この温度では、要求される還元剤量の全てを H C によって供給しようとする、未反応 H C による N O x 触媒 4 1 の被毒及び失活の可能性があるため、C O の供給も継続するが、H C の供給量の増加に応じて C O の供給量を減少させていく。

【 0 0 5 7 】

そして、時刻 t 3 において触媒温度 T c a t が第 3 基準温度 T 3 に達すると、触媒昇温のために要求される全還元剤量を H C によって供給しても N O x 触媒 4 1 が失活する虞が少なくなるので、図 3 (B) に示すように C O の供給を停止し、H C のみを N O x 触媒 4 1 に供給することにより、目標温度 T t r g まで触媒温度を上昇させていく。

【 0 0 5 8 】

ここで、図 3 では、H C 及び C O の両方を供給して N O x 触媒 4 1 を昇温する場合に、触媒温度 T c a t に応じて徐々に H C 供給量を増加させるとともに徐々に C O 供給量を減少させる例を示したが、図 4 に示すように、触媒温度 T c a t が第 3 基準温度に達するまでの期間、C O 及び H C をそれぞれ一定量ずつ供給するようにしても良い。要は、急速な触媒昇温のために要求される全還元剤量を H C によって供給すると N O x 触媒 4 1 が失活する可能性のある温度領域において、酸化反応速度が速く N O x 触媒 4 1 の失活の原因となりにくい C O と、スモークや燃費の面で C O より有利な H C と、を組み合わせる N O x 触媒 4 1 に供給するようにすれば、本発明の効果が得られる。

【 0 0 5 9 】

次に、本実施例の硫黄被毒回復処理における、N O x 触媒 4 1 に流入する排気の空燃比をリッチ化する制御について説明する。N O x 触媒 4 1 の昇温完了後の硫黄被毒回復処理においては、N O x 触媒 4 1 を目標温度 T t r g に維持しつつ、N O x 触媒 4 1 に流入する排気の空燃比を S O x 脱離可能なリッチ空燃比にする必要がある。このような触媒昇温後の S O x 脱離処理においては、大量の還元成分を N O x 触媒 4 1 に供給する必要がある

10

20

30

40

50

。大量のHCが供給されると、上述したようにNOx触媒41の活性点が未反応のHCによって被毒されて失活してしまう可能性がある。この場合、NOx触媒41の触媒温度が第3基準温度以上であっても、NOx触媒41においてHCの酸化反応が好適に進行しにくい状態となるため、NOx触媒41の温度が低下し、触媒温度を目標温度に維持することができなくなる虞がある。

【0060】

そこで、本実施例のSOx脱離処理においては、NOx触媒41の温度 T_{cat} と目標温度 T_{trg} との温度差 ΔT に着目した。すなわち、昇温処理完了後のSOx脱離処理において温度差 ΔT が所定の基準温度差を越えて広がった場合、上記のようにNOx触媒41が失活状態となっていると判断し、SOx脱離処理においてNOx触媒41にCOの供給を行うこととした。

10

【0061】

上述のように、COはNOx触媒41に吸着することなく酸化反応するので、未反応のHCによってNOx触媒41の活性点の多くが被覆されている状況であっても酸化反応可能であり、その反応熱によって低下したNOx触媒41の温度を再び上昇させることができる。そして、NOx触媒41の温度上昇とともにNOx触媒41に吸着している未反応のHCの気化及び酸化反応が促進され、NOx触媒41を再び活性化させることができる。そして、NOx触媒41の温度 T_{cat} と目標温度 T_{trg} との温度差 ΔT が十分小さくなったら、COの供給を停止して、再びHCのみの供給によるSOx脱離処理に復帰する。

20

【0062】

このように、SOx脱離処理において、NOx触媒41の温度だけでなく、NOx触媒41の温度と目標温度との温度差に基づいて、NOx触媒41に還元剤としてCOを供給することにより、SOx脱離処理においてNOx触媒41が失活することを抑制することができ、より好適に硫黄被毒回復処理を実施することが可能となる。

【0063】

図5は、本実施例の硫黄被毒回復処理におけるSOx脱離処理の制御ルーチンを表すフローチャートである。このルーチンは、図2のフローのステップS103において触媒温度 T_{cat} が目標温度 T_{trg} 以上であると判定された場合に実行される。

【0064】

ステップS201において、ECU26は、硫黄被毒回復処理の終了条件の成立の有無を判定する。本実施例では、NOx触媒41の昇温処理完了後のSOx脱離処理の実施時間が所定時間を経過した場合に、硫黄被毒回復処理の終了条件が成立したと判定する。この所定時間は、NOx触媒41に吸蔵されたSOxがほぼ脱離し切ったと判断可能な時間であり、予め実験により求めておく。なお、硫黄被毒回復処理の終了判定はその他の方法により行っても良い。ステップS201において硫黄被毒回復処理終了条件が成立したと判定された場合(Yes)、ECU26は本ルーチンを一旦抜ける。一方、硫黄被毒回復処理終了条件が成立していないと判定された場合(No)、ECU26はステップS202に進む。

30

【0065】

ステップS202において、ECU26は、NOx触媒41へHCを供給する。HCの供給量は、NOx触媒41の温度 T_{cat} を目標温度 T_{trg} に維持しつつ、NOx触媒41に流入する排気の空燃比がSOx脱離可能なリッチ空燃比となるように定められる。

40

【0066】

ステップS203において、ECU26は、NOx触媒41の温度 T_{cat} を取得する。

【0067】

ステップS204において、ECU26は、ステップS203で取得した触媒温度 T_{cat} と目標温度 T_{trg} との温度差 ΔT を算出する。

【0068】

50

ステップS 2 0 5において、ECU 2 6は、ステップS 2 0 4で算出した温度差 ΔT が所定の基準温度差 ΔT_c を越えているか否かを判定する。ここで、基準温度差 ΔT_c は、未反応のHCによってNOx触媒4 1の酸化活性が失活していると判断可能な温度差の基準値である。ステップS 2 0 5で温度差 ΔT が基準温度差 ΔT_c 以下の場合(No)、ECU 2 6はNOx触媒4 1は失活していないと判断し、ステップS 2 0 1に戻る。一方、ステップS 2 0 5で温度差 ΔT が基準温度差 ΔT_c を越えている場合(Yes)、ECU 2 6はNOx触媒4 1が未反応HCによって失活していると判断し、ステップS 2 0 6に進む。

【0069】

ステップS 2 0 6において、ECU 2 6は、NOx触媒4 1へのHCの供給量を低減するとともにCOの供給を開始する。これにより、上述したように、反応速度の速いCOの酸化反応がNOx触媒4 1において進行し、その反応熱によってNOx触媒4 1の温度が上昇する。

10

【0070】

ステップS 2 0 7において、ECU 2 6は、NOx触媒4 1の温度 T_{cat} を取得する。

【0071】

ステップS 2 0 8において、ECU 2 6は、ステップS 2 0 7で取得した触媒温度 T_{cat} と目標温度 T_{trg} との温度差 ΔT を算出する。

20

【0072】

ステップS 2 0 9において、ECU 2 6は、ステップS 2 0 8で算出した温度差 ΔT が所定の基準温度差 ΔT_0 以下になったか否かを判定する。ここで、基準温度差 ΔT_0 は、未反応HCの被毒によるNOx触媒4 1の失活状態が解消されたと判断可能な温度差の基準値である。より簡単には、ステップS 2 0 9において、触媒温度 T_{cat} が目標温度 T_{trg} に達したか否か($\Delta T = 0$)を判定するようにしても良い。ステップS 2 0 9で温度差 ΔT が基準温度差 ΔT_0 より大きい場合(No)、ECU 2 6はステップS 2 0 7に戻る。一方、ステップS 2 0 9で温度差 ΔT が基準温度差 ΔT_0 以下の場合(Yes)、ECU 2 6はステップS 2 1 0に進む。

【0073】

ステップS 2 1 0において、ECU 2 6は、NOx触媒4 1へのCOの供給を停止するとともに、還元剤としてHCのみの供給によりNOx触媒4 1の温度維持及びリッチ化可能な量までHCの供給量を増加させる。

30

【0074】

以上説明したSOx脱離処理を実行した時のNOx触媒4 1の触媒温度 T_{cat} 、CO供給量、及び、HC供給量の時間変化の一例を図6に示す。

【0075】

図6の例では、NOx触媒4 1の昇温処理完了後、SOx脱離処理の実行中の時刻 t_1 において、NOx触媒4 1の温度 T_{cat} が低下し始めたとする。この時、NOx触媒4 1の温度を目標温度 T_{trg} に保つとともに、NOx触媒4 1からSOxが脱離可能なリッチ雰囲気を作り出すべく、NOx触媒4 1にはHCが供給されている。

40

【0076】

触媒温度 T_{cat} が徐々に低下し、時刻 t_2 において触媒温度 T_{cat} と目標温度 T_{trg} との温度差 ΔT が基準温度差 ΔT_c を越えたとする。そうすると、NOx触媒4 1が未反応HCによって被毒し、失活状態になっていると判断され、図6(B)及び図6(C)に示すように、COの供給が開始されるとともにHCの供給が停止される。これにより、NOx触媒4 1には反応速度の速いCOが供給され、図6(A)に示すように、COの酸化反応熱によりNOx触媒4 1の温度が上昇し始める。

【0077】

そして、時刻 t_3 において温度差 ΔT が基準温度差 ΔT_0 に達した時点で、NOx触媒4 1の失活状態が解消されたと判断され、再びHCの供給が開始されるとともにCOの供

50

給が停止される。

【0078】

ここで、図6では、温度差 ΔT が基準温度差 ΔT_c を越えてから基準温度差 ΔT_0 に達するまでの期間、HCの供給を停止する例を示したが、この間HCの供給を継続しても良い。また、図6では、当該期間において、COの供給量及びHCの供給量を一定値（HCの供給量は一定値0）にする例を示したが、図7（B）及び図7（C）に示すように、当該期間において、温度差 ΔT の縮小に応じてCOの供給量を減少させるとともに、HCの供給量を増加させるようにしても良い。この場合、図7（B）及び図7（C）ではHC供給量及びCO供給量を連続的に変化させる例について示したが、段階的に変化させても良い。また、当該期間においてHC供給量は変化させず、CO供給量のみ温度差 ΔT に応じて変化させるようにしても良い。要は、SOx脱離処理の途中に、NOx触媒41の触媒温度 T_{cat} が十分に高いにもかかわらずNOx触媒41が失活状態と判断された場合にCOを供給するようにすれば、本発明の効果を得られる。

10

【実施例2】

【0079】

実施例1では、硫黄被毒回復処理のSOx脱離処理において、NOx触媒41の温度を目標温度に維持する触媒温度制御を行っている時に、触媒温度と目標温度との温度差の大きさに応じてCOの供給を行う制御について説明した。詳細には、実施例1では、触媒温度 T_{cat} が第3基準温度 T_3 以上であっても、温度差 ΔT が基準温度差 ΔT_c を越えてから一定期間はCOの供給を行うことによって、NOx触媒41の失活状態を解消する。

20

【0080】

本実施例では、硫黄被毒回復処理の触媒昇温処理において、NOx触媒41の温度を目標温度に向けて昇温する触媒温度制御を行っている時に、触媒温度と目標温度との温度差の変化速度に応じてCOの供給を行う制御について説明する。

【0081】

本実施例では、実施例1の図2のフローにおいて、ステップS103で触媒温度 T_{cat} が第3基準温度以上目標温度 T_{trg} 未滿と判定され、HCを供給することによりNOx触媒41の昇温を行っている時に、触媒温度 T_{cat} と目標温度 T_{trg} との温度差 ΔT を算出する。そして、算出された温度差 ΔT と、それ以前に算出した温度差 ΔT と、に基づいて、温度差 ΔT の現状の変化速度（ $d\Delta T/dt$ ）を算出する。そして、算出された変化速度が負の値で且つその大きさが所定の目標値を下回っていた場合、又は、算出された速度が正の値の場合、NOx触媒41が失活状態であると判断して、COの供給を開始する。ここで、変化速度の目標値とは、NOx触媒41が正常の活性状態にある場合に、HCの供給量や内燃機関の運転条件等から想定される変化速度である。

30

【0082】

算出された変化速度が負の値で且つその大きさが目標値を下回っている場合は、触媒温度 T_{cat} は上昇はしているものの、その上昇速度が鈍化していることを意味する。また、算出された変化速度が正の値の場合、本来上昇しているべき触媒温度が低下していることを意味する。このような場合、本実施例では、NOx触媒41に供給されたHCによってNOx触媒41が被毒され失活状態にあると判断し、触媒温度 T_{cat} が第3基準値以上の温度領域に属している場合であっても、COの供給を行う。このCOの供給は、変化速度が負の値で且つその大きさが目標値以上になるまで継続する。

40

【0083】

こうして、NOx触媒41にCOが供給されることにより、COが速やかに酸化反応し、その反応熱によってNOx触媒41の昇温速度が回復し、NOx触媒41の温度上昇とともに失活状態が解消される。従って、NOx触媒41の失活によって触媒昇温処理の効率が低下することを抑制できる。

【0084】

図8は、以上説明した本実施例における昇温制御を実行した時のNOx触媒41の触媒昇温 T_{cat} 、CO供給量、及び、HC供給量の時間変化の一例を示す図である。

50

【 0 0 8 5 】

図 8 において、触媒温度 T_{cat} が第 3 基準温度 T_3 以上になったと判定されるまでは実施例 1 の図 3 と同様であるので、説明を省略する。図 8 (A) に示すように、触媒温度 T_{cat} が第 3 基準温度 T_3 以上になったと判定された後の時刻 t_a において、触媒温度 T_{cat} と目標温度 T_{trg} との温度差 ΔT の変化速度 $d\Delta T / dt$ が負の値で且つその大きさが目標値を下回り、その後正の値になったとする（すなわち、触媒温度 T_{cat} の上昇速度が鈍化し、次いで温度低下に転じる）。

【 0 0 8 6 】

すると、図 8 (B) に示すように、それまで停止されていた CO の供給が開始される。この時、図 8 (C) に示すように、HC の供給量は変化させなくても良いし、CO の供給開始に応じて HC の供給量を減少させても良い。いずれにしても、NOx 触媒 4 1 に CO が供給されることで、CO の酸化反応熱によって NOx 触媒 4 1 の温度低下が抑制されるとともに NOx 触媒 4 1 の活性状態が回復し始める。

【 0 0 8 7 】

これにより、図 8 (A) に示すように温度差 ΔT の変化速度が正の値から負の値に転じ、時刻 t_b において負の値で且つその大きさが目標値以上であるような変化速度になる。すると、NOx 触媒 4 1 の失活状態が解消されたと判断され、図 8 (B) に示すように、CO の供給が停止される。時刻 t_b 以降においては、図 8 (A) に示すように、HC 供給量及び内燃機関 1 の運転条件等から想定される目標値以上の減少速度で ΔT が減少し、触媒温度 T_{cat} が目標温度 T_{trg} に向かって好適に上昇していく。

【 0 0 8 8 】

以上説明したように、触媒昇温処理においても、NOx 触媒 4 1 の触媒温度のみならず、触媒温度と目標温度との温度差も考慮して HC の供給量及び CO の供給量を制御することにより、より確実に NOx 触媒 4 1 を昇温させることができる。

【 0 0 8 9 】

なお、以上述べた実施例は本発明を説明するための一例であって、本発明の本旨を逸脱しない範囲内において上記の実施例には種々の変更を加え得る。例えば、上記各実施例では、NOx 触媒の酸化能によって CO 及び HC を酸化反応させて NOx 触媒を昇温するように構成されたシステムに本発明を適用した場合について説明したが、NOx 触媒の上流側に酸化触媒を配置し、当該酸化触媒に CO 及び HC を供給することによって触媒を昇温するように構成されたシステムに本発明を適用することもできる。また、NOx 触媒の硫黄被毒回復処理に伴う触媒昇温やリッチ制御だけでなく、排気中の微粒子物質を捕集するフィルタの再生処理に伴う触媒昇温にも本発明を適用することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 0 】

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

【 図 2 】実施例 1 の硫黄被毒回復処理における NOx 触媒の昇温制御ルーチンを表すフローチャートである。

【 図 3 】実施例 1 の硫黄被毒回復処理における NOx 触媒の昇温制御を実行した時の NOx 触媒の触媒温度、CO 供給量、及び、HC 供給量の時間変化の一例を示す図である。

【 図 4 】実施例 1 の硫黄被毒回復処理における NOx 触媒の昇温制御を実行した時の NOx 触媒の触媒温度、CO 供給量、及び、HC 供給量の時間変化の一例を示す図である。

【 図 5 】実施例 1 の硫黄被毒回復処理における SOx 脱離処理の制御ルーチンを表すフローチャートである。

【 図 6 】実施例 1 の硫黄被毒回復処理における SOx 脱離処理を実行した時の NOx 触媒の触媒温度、CO 供給量、及び、HC 供給量の時間変化の一例を示す図である。

【 図 7 】実施例 1 の硫黄被毒回復処理における SOx 脱離処理を実行した時の NOx 触媒の触媒温度、CO 供給量、及び、HC 供給量の時間変化の一例を示す図である。

【 図 8 】実施例 2 の硫黄被毒回復処理における NOx 触媒の昇温制御を実行した時の NO

10

20

30

40

50

× 触媒の触媒温度、CO供給量、及び、HC供給量の時間変化の一例を示す図である。

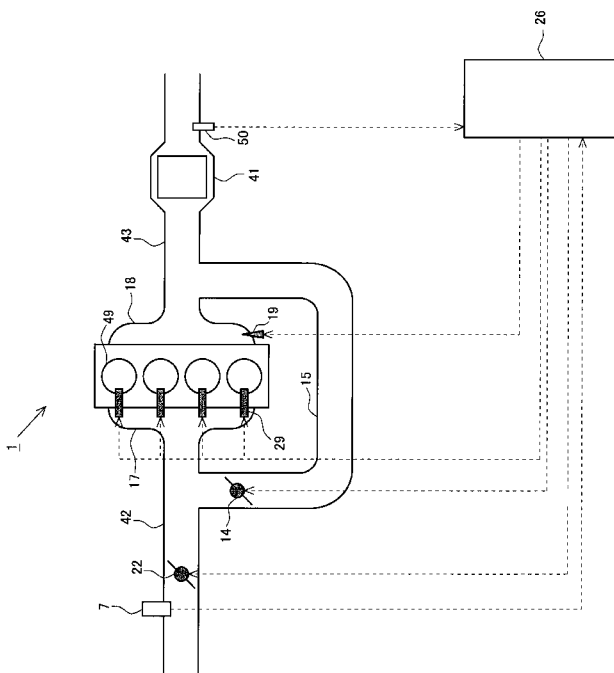
【符号の説明】

【0091】

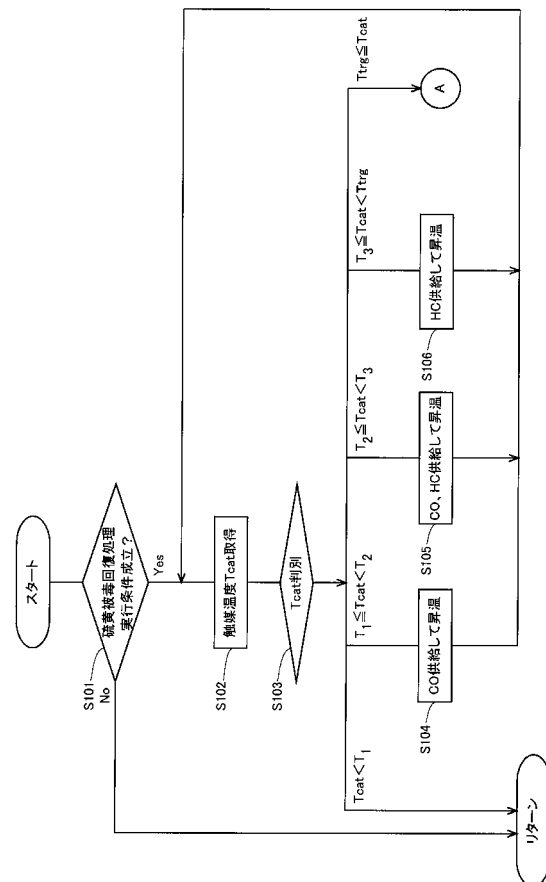
- 1 内燃機関
- 7 エアフローメータ
- 14 EGR弁
- 15 EGR通路
- 17 吸気マニホールド
- 18 排気マニホールド
- 19 燃料添加弁
- 22 吸気絞り弁
- 26 ECU
- 29 インジェクタ
- 41 NO_x触媒
- 42 吸気通路
- 43 排気通路
- 49 気筒
- 50 排気温度センサ

10

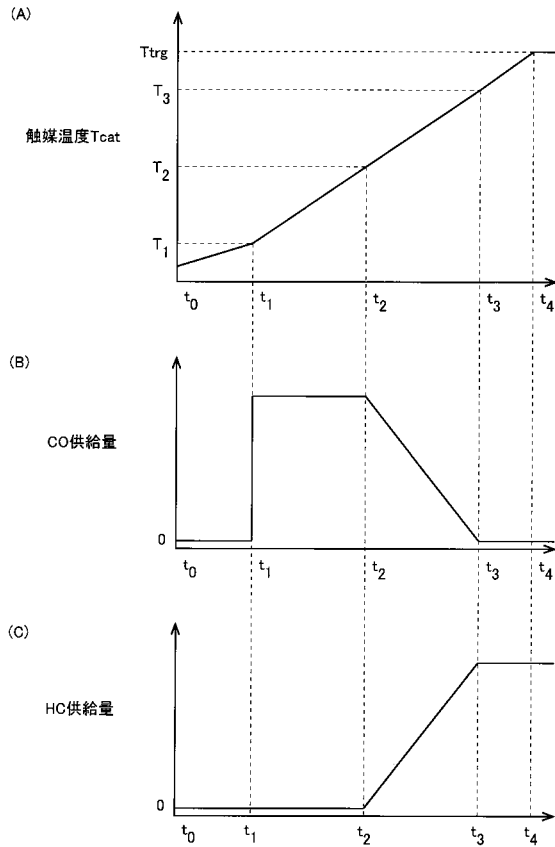
【図1】



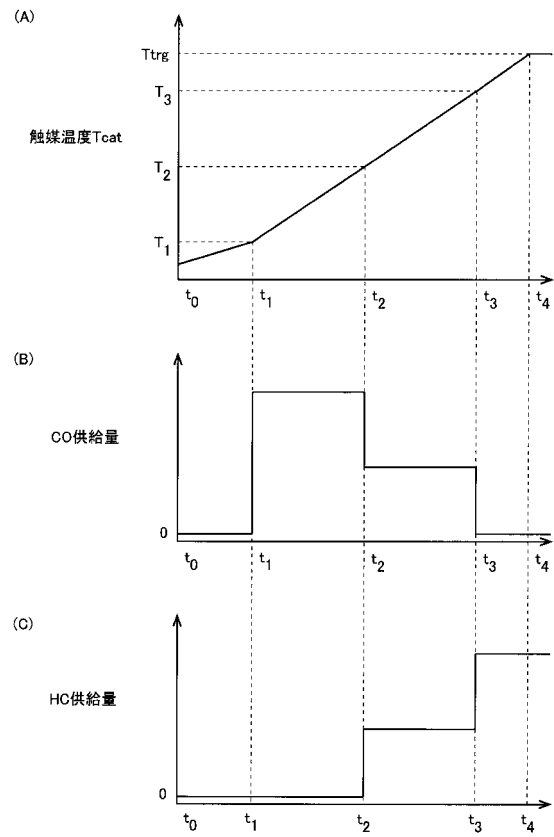
【図2】



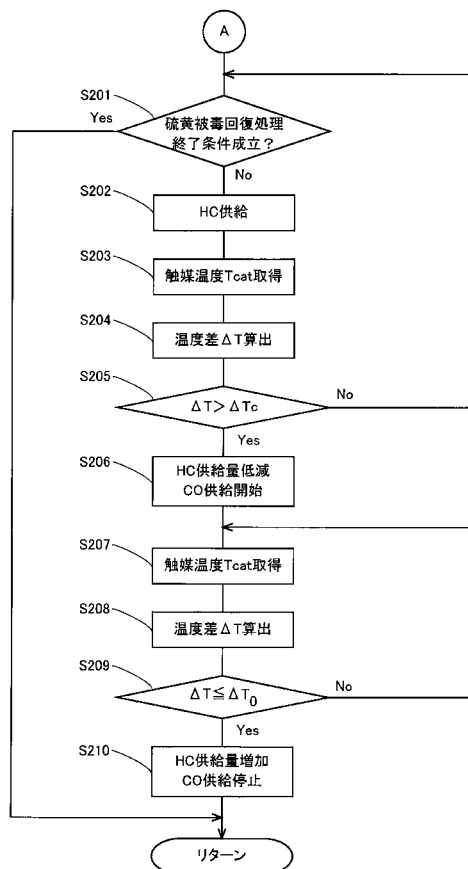
【図 3】



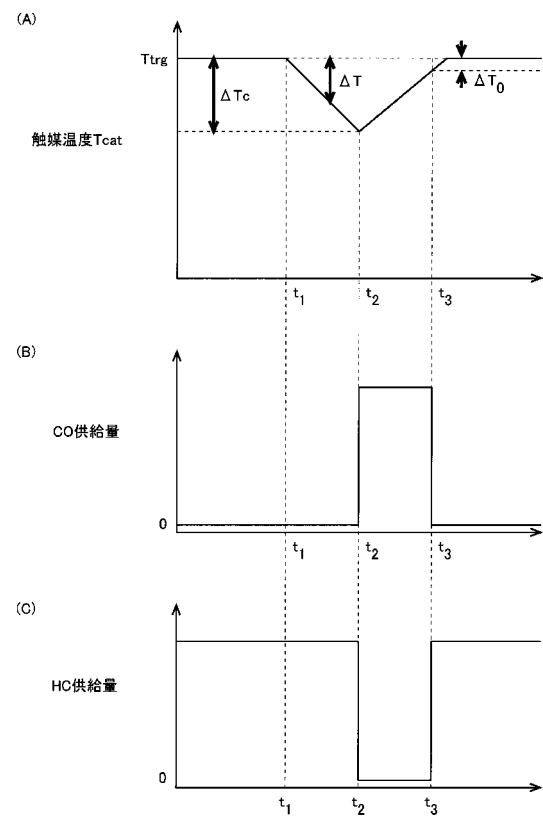
【図 4】



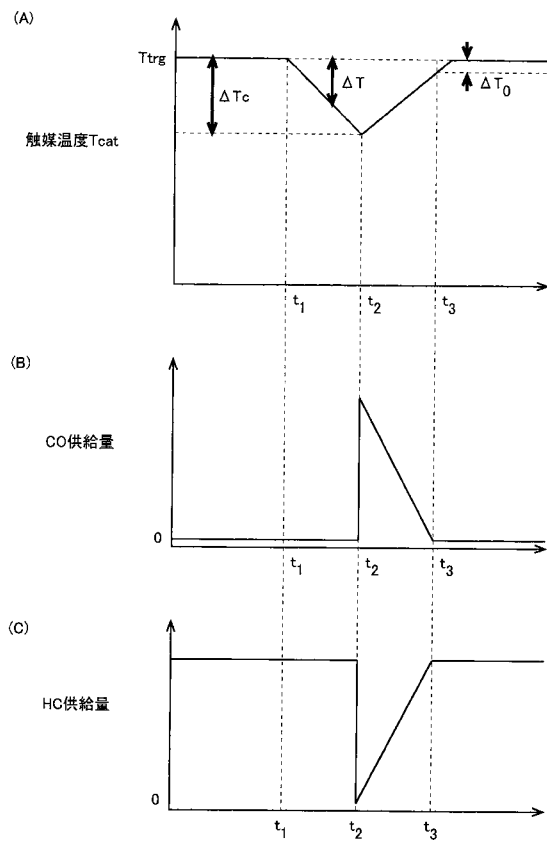
【図 5】



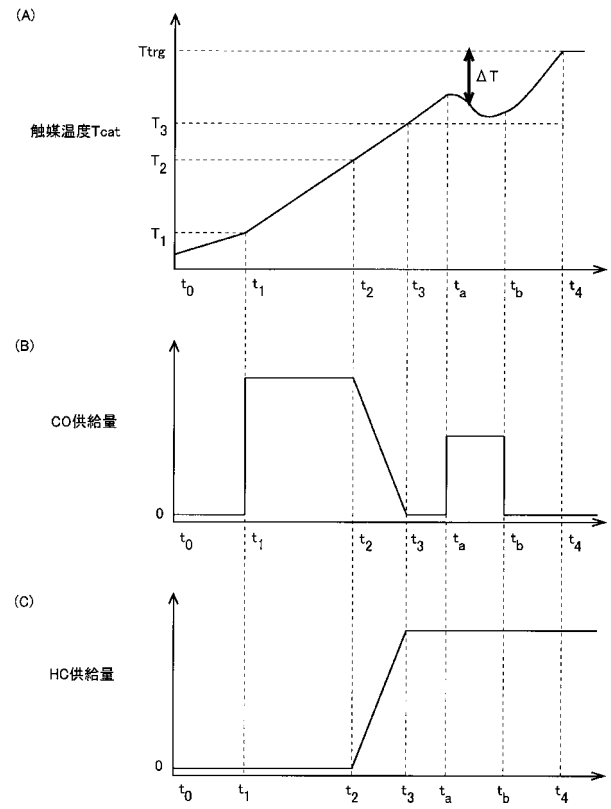
【図 6】



【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	3/22			
	(2006.01)	F 0 1 N	3/36	R
		F 0 1 N	3/20	E
		F 0 1 N	3/22	3 1 1 A

(74)代理人 100143797

弁理士 宮下 文徳

(72)発明者 林 篤史

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 飯田 真豪

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 栗阪 伊津也

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 山下 嘉典

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 浅沼 孝充

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 広田 信也

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 AA11 AA18 AA28 AB06 BA02 BA11 BA14 CA18 CB00 CB02
 CB07 DB10 EA17 EA18
 4D048 AA02 AA06 AB01 AB02 AC02 CC61 DA01 DA02 DA06 DA08
 DA10 DA13 EA04