

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4702318号
(P4702318)

(45) 発行日 平成23年6月15日(2011.6.15)

(24) 登録日 平成23年3月18日(2011.3.18)

(51) Int.Cl.	F I	
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/20	ZABU
FO1N 3/08 (2006.01)	FO1N 3/08	B
FO1N 3/24 (2006.01)	FO1N 3/08	G
FO1N 3/28 (2006.01)	FO1N 3/20	F
FO1N 3/36 (2006.01)	FO1N 3/20	M
請求項の数 9 (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2007-103119 (P2007-103119)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成19年4月10日(2007.4.10)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2008-261248 (P2008-261248A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成20年10月30日(2008.10.30)	(74) 代理人	100100549
審査請求日	平成20年10月6日(2008.10.6)		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
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化システム

(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、前記排気通路を通過する排気を浄化する第1排気浄化装置と、

前記排気通路における前記第1排気浄化装置の下流に設けられ、前記排気通路における前記第1排気浄化装置の下流側を通過する排気を浄化する第2排気浄化装置と、

前記排気通路における前記第1排気浄化装置の上流側から分岐するとともに、前記排気通路における前記第1排気浄化装置の下流側であって前記第2排気浄化装置の上流側の部分で前記排気通路に合流し、前記排気通路を通過する排気に前記第1排気浄化装置をバイパスさせるバイパス通路と、

前記排気通路における前記バイパス通路への分岐部と前記第1排気浄化装置との間の部分または、前記バイパス通路に設けられ、排気の通過及び遮断を切替可能な排気制御弁と、

前記分岐部より上流側において、前記排気通路を通過する排気に還元剤を供給する還元剤供給手段と、

を備え、

前記還元剤供給手段から前記排気に断続的に還元剤を供給して前記排気通路を通過する排気における還元剤濃度を周期的に変化させるとともに、前記排気制御弁を周期的に開閉し、前記還元剤濃度の周期的な変化に対する前記排気制御弁の開閉タイミングを制御することで、前記第1排気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度と、前記バイパス通路を通過

する排気の還元剤濃度とを制御することを特徴とする内燃機関の排気浄化システム。

【請求項 2】

前記排気制御弁の開閉タイミングを、前記分岐部における排気の還元剤濃度の変化に同期させることで、前記第 1 排気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度と、前記バイパス通路を通過する排気の還元剤濃度とを制御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システム。

【請求項 3】

前記排気制御弁は前記バイパス通路に設けられ、

前記第 2 排気浄化装置は酸化能を有する触媒を含んでおり、

前記排気制御弁が開弁している時期と、前記還元剤供給手段によって排気に供給された還元剤が前記分岐部を通過して該分岐部における排気の還元剤濃度が高くなった時期とを同期させることを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化システム。

10

【請求項 4】

前記排気制御弁は前記バイパス通路に設けられ、

前記排気制御弁が開弁している時期と、前記還元剤供給手段によって排気に供給された還元剤が前記分岐部を通過して該分岐部における排気の還元剤濃度が高くなった時期とを同期させることを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化システム。

【請求項 5】

前記還元剤供給手段による還元剤の断続的供給の周期は、前記排気制御弁の機械的応答性に基づく限界開閉周期以上とすることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化システム。

20

【請求項 6】

前記還元剤供給手段による還元剤の断続的供給に係るリッチスパイク幅は、1 秒以上 5 秒以下であることを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の排気浄化システム。

【請求項 7】

前記第 2 排気浄化装置は前記内燃機関が搭載された車両のアンダーフロアに配置されたことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化システム。

【請求項 8】

前記第 1 排気浄化装置は酸化能を有する触媒を含んでおり、

前記第 2 排気浄化装置に流入する排気の温度が所定値以下の場合には、前記排気制御弁の周期的な開閉を禁止して該排気制御弁を閉弁し、前記還元剤供給手段から供給された還元剤を前記第 1 排気浄化装置に導入して前記第 1 排気浄化装置を昇温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システム。

30

【請求項 9】

前記排気制御弁を開弁して前記第 1 排気浄化装置を昇温するときには、該排気制御弁の周期的な開閉を行うときと比較して、前記還元剤供給手段による還元剤の断続的供給に係るリッチスパイク幅を狭くすることを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の排気浄化システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は内燃機関の排気浄化システムに関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関の排気にはNO_xなどの有害物質が含まれている。これらの有害物質の排出を低減するために、内燃機関の排気系に、排気中のNO_xを浄化するNO_x触媒を設けることが知られている。この技術において例えば吸蔵還元型NO_x触媒を設けた場合には、吸蔵されたNO_xの量が増加すると浄化能力が低下するため、リッチスパイク制御を行うことにより吸蔵還元型NO_x触媒に還元剤を供給し、同触媒に吸蔵されたNO_xを還元放出することが行われる(以下、「NO_x還元処理」という。)

50

【 0 0 0 3 】

さらに、NO_x触媒に排気中のSO_xが吸蔵され、浄化能力が低下するSO_x被毒を解消するために、NO_x触媒の床温を上昇させるとともに還元剤を供給する場合もある（以下、「SO_x再生処理」という。）。このSO_x再生処理において還元剤は、NO_x触媒の床温を上昇させるためにも用いられる。

【 0 0 0 4 】

また、内燃機関の排気にはカーボンを主成分とする微粒子物質（PM：Particulate Matter）が含まれている。これらの微粒子物質の大気への放散を防止するために内燃機関の排気系に微粒子物質を捕集するパティキュレートフィルタ（以下、「フィルタ」という。）を設ける技術が知られている。

10

【 0 0 0 5 】

かかるフィルタにおいては、捕集された微粒子物質の堆積量が増加すると、フィルタの目詰まりによって排気における背圧が上昇し機能性能が低下するので、フィルタの温度を上昇させて捕集された微粒子物質を酸化除去することとしている（以下、「PM再生処理」という。）。この場合にも、フィルタの温度を上昇させるために、フィルタに還元剤としての燃料を供給する場合がある。

【 0 0 0 6 】

このような排気浄化システムの技術に関連して、例えば以下の技術が公知である。すなわち、エンジンの排気管にNO_x吸蔵還元触媒を設け、還元剤を噴射可能な液体噴射ノズルをNO_x吸蔵還元触媒より排ガス上流側の排気管に設ける。また、酸化触媒として機能するパティキュレートフィルタをNO_x吸蔵還元触媒より排ガス下流側の排気管に設ける。さらに、NO_x吸蔵還元触媒をバイパスするようにバイパス管を排気管に接続し、排ガス調整弁が排ガスをNO_x吸蔵還元触媒又はバイパス管のいずれか一方に流すように切換える。そして、NO_x吸蔵還元触媒より排ガス上流側の排気管内の排ガス温度を検出する温度センサの検出出力に基づいて還元剤の噴射と排ガス調整弁開度をそれぞれ制御する。（特許文献1参照。）。

20

【 0 0 0 7 】

この技術においては、排ガス温度が所定値未満の場合、還元剤の噴射をオフし、排ガスをNO_x吸蔵還元触媒に流すとともに、バイパス管に流さないように排ガス調整弁を調整する。これにより排ガス中のNO_xは触媒に吸蔵され、排ガス中のHCは触媒に担持された貴金属の酸化作用により酸化される。排ガス温度が所定値以上の場合、大部分の排ガスをバイパス管に流しかつ一部の排ガスを触媒に流すように排ガス調整弁を調整すると同時に、液体噴射ノズルから還元剤を噴射する。これにより触媒入口の排ガスの空気過剰率が低下するとともに、触媒に吸蔵されたNO_xが上記HC等と反応しN₂、CO₂、H₂Oとなって触媒から放出される。また、還元剤の噴射により生成されたHCなどの一部は触媒を通過してフィルタにより捕集される。このフィルタに捕集されたHCなどは、還元剤が噴射されているときに、大部分の排ガスがバイパス管を流れて、空気過剰率の高い排ガスがフィルタに流入するので、フィルタに担持された活性金属の酸化作用により酸化・燃焼される。

30

【 0 0 0 8 】

この技術によれば、排ガスに含まれるNO_x及びパティキュレートの排出量を高効率で低減できるとともに、液体噴射ノズルから排気管に噴射された還元剤が気化した状態で大気中に排出されるのを防止できる。

40

【 0 0 0 9 】

また、NO_x触媒の熱劣化を防止するために、PM再生中はNO_x触媒をバイパスさせる経路を設け、排気ガスを完全にバイパスさせることにより、NO_x触媒への熱負荷を軽減する技術が公知である（例えば、特許文献2参照。）。

【 0 0 1 0 】

しかし、上記の一番目の技術においては、液体噴射ノズルが排気管におけるバイパス管との分岐部よりも下流側に配置されているため、フィルタに還元剤を供給しようとする場

50

合には、必ず還元剤にNO_x触媒を通過させる必要があった。また、上記の二番目の技術においては、排気ガスにNO_x触媒を完全にバイパスさせるためには、排気管とバイパス管の両方に排ガス調整弁を設けるか、分岐部に三方弁を設ける必要があった。これにより、システムが複雑となりコスト削減の妨げになるおそれがあった。

【0011】

また、上流側の排気浄化装置と下流側の排気浄化装置に流入する排気における還元剤濃度を別個に制御することは困難であった。

【特許文献1】特開2002-349236号公報

【特許文献2】特開2005-248765号公報

【特許文献3】特開2000-265827号公報

【特許文献4】特開2003-013730号公報

【特許文献5】特開平11-062567号公報

【特許文献6】特開平05-231140号公報

【特許文献7】特開2005-256714号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の目的とするところは、簡単な構成によって、排気通路に直列に設けられた上流側の排気浄化装置と下流側の排気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度を別個に制御することができる技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するための本発明においては、以下の点を主要な特徴点とする。すなわち、排気通路に直列に設けられた2つの排気浄化装置と、上流側の排気浄化装置をバイパスするバイパス通路と、バイパス通路または排気通路におけるバイパス通路への分岐部の下流側に設けられた排気制御弁と、前記分岐部より上流側に設けられた還元剤供給手段と、を備える。そして、還元剤供給手段からは還元剤を断続的に供給して排気の還元剤濃度を周期的に変化させるようにし、排気制御弁を還元剤濃度の変化に対して所定のタイミングで周期的に開閉することによって、供給された還元剤を、上流側の排気浄化装置に導入されるものと、バイパス通路を介して下流側の排気浄化装置に導入されるものとに振り分ける。

【0014】

より詳しくは、内燃機関の排気通路に設けられ、前記排気通路を通過する排気を浄化する第1排気浄化装置と、

前記排気通路における前記第1排気浄化装置の下流に設けられ、前記排気通路における前記第1排気浄化装置の下流側を通過する排気を浄化する第2排気浄化装置と、

前記排気通路における前記第1排気浄化装置の上流側から分岐するとともに、前記排気通路における前記第1排気浄化装置の下流側であって前記第2排気浄化装置の上流側の部分で前記排気通路に合流し、前記排気通路を通過する排気に前記第1排気浄化装置をバイパスさせるバイパス通路と、

前記排気通路における前記バイパス通路への分岐部と前記第1排気浄化装置との間の部分または、前記バイパス通路に設けられ、排気の通過及び遮断を切換可能な排気制御弁と、

前記分岐部より上流側において、前記排気通路を通過する排気に還元剤を供給する還元剤供給手段と、

を備え、

前記還元剤供給手段から前記排気に断続的に還元剤を供給して前記排気通路を通過する排気における還元剤濃度を周期的に変化させるとともに、前記排気制御弁を周期的に開閉し、前記還元剤濃度の周期的な変化に対する前記排気制御弁の開閉タイミングを制御することで、前記第1排気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度と、前記バイパス通路を通過

10

20

30

40

50

する排気の還元剤濃度とを制御することを特徴とする。

【0015】

すなわち本発明においては、還元剤供給手段から還元剤を排気に断続的に供給することで、排気通路からバイパス通路が分岐する分岐部の還元剤濃度を周期的に変化させる。また、排気通路またはバイパス通路に設けられた排気制御弁を周期的に開閉する。そして、前述の還元剤濃度の周期的な変化に対する排気制御弁の開閉タイミングを制御する。

【0016】

換言すると、前記分岐部の還元剤濃度の変化周期のうちの還元剤濃度が高い時期と、排気制御弁の開度周期のうちの排気制御弁が開弁している時期とが重なる期間を制御することによって一定期間中に排気制御弁を通過する還元剤量を制御する。これによって、第1排気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度と、バイパス通路を經由して直接第2排気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度とを別個に制御する。

【0017】

これによれば、単一の還元剤供給手段と単一の排気制御弁の組み合わせという簡単な構成で、且つ簡単な制御によって、第1排気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度と、バイパス通路を經由して直接第2排気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度とを高い自由度で制御することができる。その結果、第1排気浄化装置と第2排気浄化装置の昇温制御や、内部に蓄積された浄化物質の除去制御を高い自由度で別個に実施することができる。

【0018】

また、本発明においては、前記排気制御弁の開閉タイミングを、前記排気通路における前記バイパス通路の分岐部における前記還元剤濃度の変化に同期させることで、前記上流側排気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度と、前記バイパス通路を通過する排気の還元剤濃度とを制御してもよい。

【0019】

すなわち、排気通路とバイパス通路との分岐部における還元剤濃度の変化の周期と、排気制御弁の開閉の周期とを略同一とし、それぞれの位相を調整することにより、還元剤供給手段から供給された還元剤を、上流側の第1排気浄化装置に導入されるものと、バイパス通路を介して下流側の第2排気浄化装置に導入されるものとに振り分ける。そうすれば、それぞれの周期的な変化の位相を調整するだけで、前記分岐部の還元剤濃度の変化周期のうちの還元剤濃度が高い時期と、排気制御弁の開度周期のうちの排気制御弁が開弁している時期とが重なる期間を制御でき一定期間中に排気制御弁を通過する還元剤量を制御することができる。その結果、前記上流側排気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度と、前記バイパス通路を通過する排気の還元剤濃度とを高い自由度で、より効率的に制御することができる。

【0020】

また、本発明においては、前記排気制御弁は前記バイパス通路に設けられ、前記第2排気浄化装置は酸化能を有する触媒を含んでおり、前記排気制御弁が開弁している時期と、前記還元剤供給手段によって排気に供給された還元剤が前記分岐部を通過して該分岐部における排気の還元剤濃度が高くなった時期とを同期させるようにしてもよい。

【0021】

すなわち、排気制御弁はバイパス通路に設けられ、第2排気浄化装置は酸化能を有する触媒を含んでいる構成において、排気通路からバイパス通路への分岐部を還元剤供給手段から供給された還元剤が通過している間は、排気制御弁が開弁し、還元剤濃度の高い排気が第1排気浄化装置に優先的に流入するようにした。

【0022】

これによれば、より簡単な制御で第1排気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度を高くすることができ(例えばリッチスパイクを深くすることができ、)、第1排気浄化装置の全体に還元剤を分散させることができる。また、一般に、第1排気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度を高くすると、第1排気浄化装置をすり抜ける還元剤の量が増加してしまうが、本発明によれば、バイパス通路から高酸素濃度の排気を第1排気浄化装置の下流側

10

20

30

40

50

の排気通路に供給することができるので、すり抜けた還元剤を第2排気浄化装置において十分に酸化することができる。これにより、還元剤が車外に放散されることをより確実に抑制できる。

【0023】

また、本発明においては、排気制御弁はバイパス通路に設けられ、排気制御弁が開弁している時期と、還元剤供給手段によって排気に供給された還元剤が分岐部を通過して分岐部における排気の還元剤濃度が高くなった時期とを同期させるようにしてもよい。

【0024】

すなわち、排気制御弁がバイパス通路に設けられている構成において、還元剤供給手段から供給された還元剤が前記分岐部を通過している間に排気制御弁が開弁し、還元剤濃度の高い排気がバイパス通路を經由して第2排気浄化装置に優先的に流入するようにした。これによれば、例えば第2排気浄化装置に還元剤を導入して昇温する際に、第1排気浄化装置で還元剤が消費されることや、第1排気浄化装置で還元剤が消費されることにより第1排気浄化装置が過昇温してしまうことを抑制できる。

【0025】

また、本発明においては、還元剤供給手段による還元剤の断続的供給の周期は、前記排気制御弁の機械的応答性に基づく限界開閉周期以上としてもよい。

【0026】

本発明においては、排気制御弁の開閉タイミングを、排気における還元剤濃度の周期的な変化に対して制御している、この場合に還元剤供給手段による還元剤の供給周期が排気制御弁の機械的応答性に対して極端に短いと、排気制御弁の開閉タイミングを、排気における還元剤濃度の周期的な変化に対して精度良く制御することが困難となる場合がある。

【0027】

そこで、本発明においては、還元剤供給手段による還元剤の断続的供給の周期は、排気制御弁の機械的応答性に基づく限界開閉周期以上としてもよい。ここで限界開閉周期は、還元剤供給手段による還元剤の断続的供給の周期がこれより短い場合には、排気制御弁の開閉タイミングを、排気における還元剤濃度の周期的な変化に対して精度良く制御することが困難になる周期である。例えば、排気制御弁の開度変化に係る波形が矩形波を維持できる最小の周期としてもよい。

【0028】

そうすれば、排気制御弁の開閉によってより確実に、還元剤供給手段から供給された還元剤を、上流側の第1排気浄化装置に導入されるものと、バイパス通路を介して下流側の第2排気浄化装置に導入されるものとに振り分けることができる。この場合、還元剤供給手段による還元剤の断続的供給に係るリッチスパイク幅は、例えば1秒以上5秒以下としてもよい。

【0029】

ここで、リッチスパイクとは、還元剤供給手段から還元剤を排気に断続的に供給する際の、スパイク状の還元剤供給波形を示す。すなわち、リッチスパイクによって、還元剤濃度の変化周期のうちの還元剤濃度が高い時期が形成される。このリッチスパイクは、還元剤供給手段から連続的に還元剤が供給されて形成される場合と、還元剤供給手段から更に細かいパルス状に還元剤が供給されて形成される場合とを含む。

【0030】

また、本発明においては、第2排気浄化装置は内燃機関が搭載された車両のアンダーフロアに配置されるようにしてもよい。

【0031】

ここで、一般的な車両において、第1排気浄化装置がマニバータ位置に配置される場合には、第2排気浄化装置が車両のアンダーフロアに配置される場合が多い。このような場合は、第2排気浄化装置の熱が外気に奪われやすいので、第2排気浄化装置の温度がより低下し易い。従って、このような構成に対して本発明を適用することで、本発明の効果をより効果的に奏することができる。すなわち、本発明によれば第1排気浄化装置と第2排

10

20

30

40

50

気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度をより高い自由度で別個に制御できるので、第2排気浄化装置の温度低下をより確実に抑制することができる。

【0032】

また、本発明においては、前記第1排気浄化装置は酸化能を有する触媒を含んでおり、前記第2排気浄化装置に流入する排気の温度が所定値以下の場合には、前記排気制御弁の周期的な開閉を禁止して該排気制御弁を閉弁し、前記還元剤供給手段から供給された還元剤を前記第1排気浄化装置に導入して前記第1排気浄化装置を昇温するようにしてもよい。

【0033】

すなわち、第2排気浄化装置に流入する排気の温度が低い場合には、第2排気浄化装置の温度が十分に上昇できず、この状態で第2排気浄化装置にいくら還元剤が導入されたとしても触媒反応を十分に起こすことができない。その結果、第2排気浄化装置の触媒が逆に冷却されて活性状態を失ったり、導入された還元剤によって詰まりが生じたりする場合がある。

10

【0034】

そこで、本発明においては、第2排気浄化装置に流入する排気の温度が所定値以下の場合には、還元剤がバイパス通路を経由して第2排気浄化装置に直接導入されることを禁止し、還元剤を必ず第1排気浄化装置に優先的に導入することとした。そうすれば、まず第1排気浄化装置を十分に昇温することができ、第2排気浄化装置に流入する排気の温度を上昇させることができる。

20

【0035】

ここで所定値とは、第2排気浄化装置に流入する排気の温度がこの温度以下である場合には、第2排気浄化装置に還元剤を供給しても十分に触媒反応を生じさせることが困難になると判断される閾値としての排気温度である。また、この場合には、前記排気制御弁を閉弁して前記第1排気浄化装置を昇温するときには、該排気制御弁の周期的な開閉を行うときと比較して、前記還元剤供給手段による還元剤の断続的供給に係るリッチスパイク幅を狭くするようにしてもよい。

【0036】

すなわち、第2排気浄化装置に流入する排気の温度が所定値以下のときに還元剤を第1排気浄化装置に優先的に導入する場合、還元剤の導入の目的は第1排気浄化装置の下流側の排気の温度を上昇させることである。従って、この場合にはできるだけ早い周期で安定した量の還元剤を第1排気浄化装置に連続的に供給することが望ましい。一方、第2排気浄化装置に流入する排気の温度が所定値より高く、排気制御弁を開閉させて還元剤を第2排気浄化装置に導入する場合は、例えばPM再生などの、第2排気浄化装置に蓄積された浄化物質を除去する制御が行なわれることが多い。従って、この場合には還元剤を第2排気浄化装置の全体に行き渡らせるために、1回のリッチスパイクによる還元剤濃度の上昇を大きくすることが望ましい。

30

【0037】

従って、本発明においては、排気制御弁を閉弁して第1排気浄化装置を昇温するときには、排気制御弁の周期的な開閉を行うときと比較して、還元剤供給手段による還元剤の断続的供給に係るリッチスパイク幅を狭くすることとした。

40

【0038】

こうすれば、第1排気浄化装置の温度を上昇させる際には、より効率よく第1排気浄化装置を昇温することができ、第2排気浄化装置の浄化能力の再生処理を行う場合には、より確実に還元剤を第2排気浄化装置全体に分散させることができる。

【0039】

なお、本発明における課題を解決するための手段は、可能な限り組み合わせ使用することができる。

【発明の効果】

【0040】

50

本発明にあっては、簡単な構成によって、排気通路に直列に設けられた上流側の排気浄化装置と下流側の排気浄化装置に流入する排気の還元剤濃度を別個に制御することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0041】

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。

【実施例1】

【0042】

図1は、本実施例に係る内燃機関と、その排気系及び制御系の概略構成を示す図である。図1に示す内燃機関1は、ディーゼル機関である。なお、図1においては、内燃機関1の内部及びその吸気系は省略されている。

10

【0043】

図1において、内燃機関1には、内燃機関1から排出される排気が流通する排気管5が接続され、この排気管5は下流にて図示しないマフラーに接続されている。また、排気管5の途中には、排気中のNO_xを浄化する吸蔵還元型NO_x触媒(以下、「NSR」と略す。)10が配置されている。そして、排気管5におけるNSR10の下流側には、排気中の微粒子物質を捕集するフィルタに吸蔵還元型NO_x触媒が担持されたDPNR11が配置されている。

【0044】

20

また、NSR10の上流の分岐部5aにおいて、排気管5からバイパス管6が分岐されている。そして、バイパス管6には、内燃機関1からの排気にバイパス管6を通過させるか遮断するかを切替える切替弁15が備えられている。また、バイパス管6は、NSR10とDPNR11の間の部分で排気管5に合流している。

【0045】

ここで、切替弁15を作動させて、内燃機関1からの排気にそのまま排気管5を通過させることにより、排気にNSR10及びDPNR11の両方を通過させることができる。同様に、内燃機関1からの排気にバイパス管6を通過させることにより、排気にNSR10をバイパスさせてDPNR11のみを通過させることができる。

【0046】

30

なお、排気管5におけるNSR10の上流側には、NSR10のNO_x還元処理やSO_x被毒再生処理の際や、DPNR11のNO_x還元処理、SO_x被毒再生処理、PM再生処理の際に、還元剤としての燃料を排気中に添加する燃料添加弁14が配置されている。上記においてNSR10は第1排気浄化装置に、DPNR11は第2排気浄化装置に相当する。また、切替弁15は排気制御弁に、燃料添加弁14は還元剤供給手段に相当する。

【0047】

以上述べたように構成された内燃機関1及びその排気系には、該内燃機関1及び排気系を制御するための電子制御ユニット(ECU: Electronic Control Unit)20が併設されている。このECU20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の運転状態等を制御する他、内燃機関1のNSR10、DPNR11を含めた排気浄化システムに係る制御を行うユニットである。

40

【0048】

ECU20には、図示しないエアフローメータ、クランクポジションセンサや、アクセルポジションセンサなどの内燃機関1の運転状態の制御に係るセンサ類が電気配線を介して接続され、出力信号がECU20に入力されるようになっている。一方、ECU20には、内燃機関1内の図示しない燃料噴射弁等が電気配線を介して接続される他、本実施例における切替弁15、燃料添加弁14などが電気配線を介して接続され、ECU20によって制御されるようになっている。

【0049】

また、ECU20には、CPU、ROM、RAM等が備えられており、ROMには、内

50

燃機関 1 の種々の制御を行うためのプログラムや、データを格納したマップが記憶されている。以下で説明する本実施例における D P N R 温度制御ルーチンも、E C U 2 0 内の R O M に記憶されたプログラムの一つである。

【 0 0 5 0 】

ここで、上記の構成において N S R 1 0 の N O x 還元処理を行う場合について考える。この場合は、切換弁 1 5 を閉弁して燃料添加弁 1 4 から燃料を排気に添加することとなるが、N S R 1 0 の全域に燃料を分散させようとする、燃料添加量が増加し、多くの燃料が N S R 1 0 をすり抜けてしまう。さらに、排気中の酸素の大部分は N S R 1 0 における触媒反応で消費されるので、すり抜けた燃料を D P N R 1 1 で十分に酸化させることが困難となる場合があった。そうすると、N S R 1 0 をすり抜けた燃料が酸化されずに D P N R 1 1 もすり抜け、車外に放散されるおそれがあった。

10

【 0 0 5 1 】

次に、上記の構成において D P N R 1 1 の P M 再生処理または N O x 還元処理を行う場合について考える。この場合は、切換弁 1 5 を開弁して燃料添加弁 1 4 から燃料を添加することとなるが、そうすると、D P N R 1 1 に供給する排気と同じ空燃比の排気が N S R 1 0 に流入する。従って、D P N R 1 1 を昇温するためには多量の燃料を N S R 1 0 にも供給することとなり、N S R 1 0 が過昇温してしまうおそれがあった。

【 0 0 5 2 】

これらの不都合を解消するためには、排気管 5 とバイパス管 6 を通過する排気の比率を調整可能な三方弁を導入したり、排気管 5 とバイパス管 6 とに独立の燃料添加弁を配置するなどの必要があり、部品点数やコストの増大を招くおそれがあった。

20

【 0 0 5 3 】

そこで、本実施例においては、燃料添加弁 1 4 からは燃料を断続的に添加し、バイパス管 6 における切換弁 1 5 の開閉を、燃料添加弁 1 4 から添加された燃料が分岐部 5 a に到達する時期と同期させる制御を行うこととした。

【 0 0 5 4 】

まず第 1 に、上記制御を、N S R 1 0 の N O x 還元処理時に実施する場合について説明する。図 2 は、この場合の燃料添加弁 1 4 からの燃料添加タイミングと、切換弁 1 5 の開閉タイミングとの関係を示したタイムチャートである。

【 0 0 5 5 】

この場合には、図 2 に示したように、燃料添加弁 1 4 からの燃料添加の周期と、切換弁 1 5 の開弁周期とは略同一である。そして、両者の位相は、燃料添加弁 1 4 からの燃料添加が終了した時に切換弁 1 5 が開弁され、燃料添加弁 1 4 からの燃料添加が開始された時に切換弁 1 5 が閉弁されるように制御される。これにより、燃料添加弁 1 4 からの燃料添加が停止している期間に排気がバイパス通路 6 を通過可能な状態とした。なお、本実施例においては、燃料添加弁 1 4 と分岐部 5 a の距離が短いため、燃料添加弁 1 4 から排気に燃料が添加された時点と、添加された燃料が分岐部 5 a に達する時点とを同じとしている。

30

【 0 0 5 6 】

この制御によれば、燃料添加弁 1 4 から添加された燃料が N S R 1 0 に導入されると排気の流量が減少し、N S R 1 0 に導入された燃料の反応時間を十分に確保することができる。その結果、N S R 1 0 における N O x 浄化率を向上させ、N O x 還元処理における燃費を低減することができる。また、排気による持ち去り熱量を減少することができ、N S R 1 0 の活性化、昇温のための燃費を低減することができる。

40

【 0 0 5 7 】

ところで、N O x 還元処理を行うために N S R 1 0 の全体に還元剤としての燃料を分散させる場合、燃料添加弁 1 4 から添加される燃料の量を増加させ、N S R 1 0 に導入される燃料のリッチ度合いを高くする必要がある。そうすると、このことによって N S R 1 0 を未反応のまますり抜ける燃料の量が増加するおそれがある。そして、N S R 1 0 の下流

50

側における排気の酸素濃度が低い場合には、NSR10をすり抜けた燃料を、下流側のDPNR11で十分に消費することが困難な場合があった。これに対し、本実施例においては、燃料添加弁14からの燃料添加の終了後に、バイパス管6を介して酸素濃度の高い排気をNSR10とDPNR11との間の排気管5に導入できるので、NSR10をすり抜けた燃料をより確実にDPNR11で消費することができる。なお、切換弁15の開弁中にバイパス管6を通過したNOxは、DPNR11で浄化することができる。

【0058】

次に、DPNR11のPM再生処理を実行する場合について説明する。図3には、この場合の燃料添加弁14からの燃料添加タイミングと、切換弁15の開閉タイミングとの関係を示したタイムチャートを示す。

10

【0059】

この場合には、図3に示したように、図2と同様、燃料添加弁14からの燃料添加の周期と、切換弁15の開弁周期とは略同一とする。そして、両者の位相は、燃料添加弁14からの燃料添加が開始された時に切換弁15が開弁され、燃料添加弁14からの燃料添加が終了した時に切換弁15が閉弁されるように制御される。これにより、燃料添加弁14からの燃料添加が行なわれている期間に排気がバイパス通路6を通過可能な状態とした。なお、ここにおいても、燃料添加弁14から排気に燃料が添加された時点と、添加された燃料が分岐部5aに達する時点とを同じとしている。

【0060】

この場合は、燃料添加弁14から排気への燃料添加が開始された時点でバイパス管6の切換弁15が開弁される。そうすると、燃料添加弁14から添加された燃料をバイパス管6を経由してDPNR11に導入することができる。一方、燃料添加弁14から排気への燃料添加が終了した時点でバイパス管6の切換弁15が閉弁される。そうすると、空燃比の高い排気を優先的にNSR10に流入させることができる。これにより、DPNR11のPM再生処理時などにおいても、NSR10の温度上昇を抑制することができ、NSR10の過昇温を抑制することができる。また、バイパス管6を通過する排気自体は低温であっても、NSR10を通過した排気の温度は上昇しているため、DPNR11の温度を容易に上昇させることができる。

20

【0061】

このように、燃料添加弁14から断続的に燃料添加を実施し、燃料添加のタイミングと同期させて切換弁15を開閉することで、NSR10及びDPNR11に流入する排気空燃比を別個に制御することができ、NSR10及びDPNR11の浄化性能の再生処理を高い自由度で好適に実施することができる。

30

【0062】

なお、上記の実施例においては、燃料添加弁14と分岐部5aの距離が短いため、燃料添加弁14から排気に燃料が供給された時点と、添加された燃料が分岐部5aに達する時点とを同じとしているが、例えば、燃料添加弁14と分岐部5aの距離が長い場合などは、添加された燃料が分岐部5aに達する時点と、燃料添加弁14から排気に燃料が添加された時点に対して遅れ時間 t が経過した時点としてもよい。この t は、不変の一定値としてもよいし、運転状態との関係でマップから逐一読み出すようにしてもよい。この場合は、図2及び図3における切換弁開閉タイミングは、 t だけ遅延させることとなる。

40

【0063】

また、燃料添加弁14から排気に添加された燃料を、より適当な割合でNSR10とDPNR11とに分配させて導入させたい場合には以下のような制御を行ってもよい。すなわち、燃料添加弁14から排気に燃料が添加された時点と、添加された燃料が分岐部5aに達する時点とを同じとする場合であっても、図4に示すように、燃料添加弁14からの燃料添加の周期と、切換弁15の開弁周期とは略同一とし、両者の位相を適宜調整する。そうすれば、燃料添加が実施されており切換弁15が閉弁している期間中は添加燃料をNSR10に導入するとともに、燃料添加が実施されており切換弁15が開弁している期間中は添加燃料をバイパス管6を経由してDPNR11に導入することができる。これによ

50

り、より高い自由度をもって、NSR10とDPNR11に流入する排気空燃比を別個に制御することができる。

【0064】

なお、図2から図4で説明した燃料添加弁14からの燃料添加タイミングと、切換弁15の開閉タイミングに係る制御は、還元剤供給手段から排気に断続的に還元剤を供給して排気通路を通過する排気における還元剤濃度を周期的に変化させるとともに、排気制御弁を周期的に開閉し、還元剤濃度の周期的な変化に対する前記排気制御弁の開閉タイミングを制御することに相当し、且つ、排気制御弁の開閉タイミングを、前記分岐部における排気の還元剤濃度の変化に同期させることに相当する。

【0065】

また、図2から図4で説明した燃料添加弁14からの燃料添加の周期は、切換弁15の開閉タイミングと同期させる関係上、切換弁15の機械的応答性に依りて定めることが望ましい。すなわち、燃料添加弁14からの燃料添加の周期が切換弁15の機械的応答性に基づく限界の周期より短くなると、切換弁15の開閉に係る波形が矩形波を維持できなくなり、NSR10とDPNR11に流入する排気空燃比を正確に制御できなくなるおそれがあるからである。例えば、燃料添加弁14からの燃料添加に係る矩形波の幅(リッチスパイク幅)は1秒から5秒程度としてもよい。そして、当該燃料添加に係る周期はリッチスパイク幅の倍以上としてもよい。なお、上述の限界の周期は、本実施例における限界開閉周期に相当する。

【0066】

なお、上記の実施例においては、第1排気浄化装置としてNSR10、第2排気浄化装置としてDPNR11を用いた排気浄化システムについて説明したが、第1排気浄化装置と第2排気浄化装置の組合せはこれに限られない。

【0067】

例えば図2に示した制御が適用される排気浄化システムにおいては、第1排気浄化装置はDPNRであってもよく、第2排気浄化装置はNSR、酸化触媒CCo、三元触媒などでもよい。また、図2に示した制御は、第1排気浄化装置としてのNSRのSOx被毒回復処理や第1排気浄化装置としてのDPNRのSOx被毒回復処理、PM再生処理を行う場合に適用されてもよい。また、例えば図3に示した制御が適用される排気浄化システムにおいては、第1排気浄化装置はDPNR、酸化触媒CCo、三元触媒などであってもよく、第2排気浄化装置はNSR、微粒子物質を捕集するフィルタ、フィルタと酸化触媒CCoの組合せなどでもよい。また、図3に示した制御は、第2排気浄化装置としてのNSRのSOx被毒回復処理やNOx還元処理、第2排気浄化装置としてのDPNRのSOx被毒回復処理、PM再生処理、NOx還元処理を行う場合に適用されてもよい。

【実施例2】

【0068】

次に、本発明の実施例2について説明する。本実施例においては、実施例1で説明した構成で、DPNR11に流入する排気の温度が低温の場合には、切換弁15の断続的な開閉制御を実施せず、NSR10に還元剤を優先的に供給して排気を昇温する例について説明する。

【0069】

本実施例における内燃機関及びその排気系は図1に示したものと同等である。ここで、燃料添加弁14からの燃料添加の周期と、切換弁15の開弁周期とを略同一とし、両者の位相を、燃料添加弁14からの燃料添加が開始された時に切換弁15が開弁されるように制御した場合について考える。

【0070】

このような制御を例えば燃料添加弁14による燃料添加の初期から実行した場合、NSR10の床温が上昇しづらく、結果としてDPNR11に流入する排気を十分に昇温できないまま、DPNR11に燃料が導入されることとなる。そうすると、DPNR11の前端面で燃料による詰まりが発生したり、DPNR11の昇温が妨げられ、活性温度を下回

10

20

30

40

50

ってしまうなどの不都合が生じるおそれがあった。

【0071】

そこで、本実施例においては、DPNR11に流入する排気の温度を取得し、この温度が閾値より低い場合には、切換弁15を周期的に開閉する制御をせず、切換弁15を閉弁し、燃料添加弁14から添加された燃料を優先的にNSR10に導入することとした。

【0072】

図5には、本実施例におけるDPNR温度制御ルーチンを示す。本ルーチンはECU20内のROMに記憶されたプログラムであり、内燃機関1の稼動中はECU20によって所定期間毎に実行される。

【0073】

本ルーチンが実行されるとまず、S101においてDPNR11の昇温制御中かどうか判定される。ここで昇温制御とはPM再生処理、SOx被毒回復処理など、DPNR11に還元剤としての燃料を添加してDPNR11の床温を上昇させる制御を意味する。ここでDPNR11の昇温制御中でないと判定される場合には本ルーチンを一旦終了する。一方、DPNR11の昇温制御中であると判定された場合にはS102に進む。

【0074】

S102においては、DPNR前目標排気温度T0が導出される。このDPNR前目標排気温度T0は、DPNR11に流入する排気の温度がこれ以下の場合には、燃料添加弁14からの燃料添加の開始と切換弁15の開弁を同期させる制御を行うと、DPNR11の燃料による詰まりや失活が生じるおそれがあると判定される閾値である。このDPNR前目標排気温度T0は、不変の一定値(例えば250~300)をROMから読み出して導出してもよいし、昇温制御の種類や浄化物質の堆積量に応じた値をマップから読み出して導出してもよい。S102の処理が終了するとS103に進む。

【0075】

S103においては、DPNR11に対する通常の昇温制御である燃料添加が実施され、切換弁15の閉弁状態が継続される。具体的には、燃料添加弁14からの燃料添加の周期が1秒以下程度のリッチスパイク制御が継続される。S103の処理が終了するとS104に進む。

【0076】

S104においては、この時点でDPNR11に導入されている排気の温度がDPNR前目標排気温度T0より高いかが判定される。この時点でDPNR11に導入されている排気の温度は図示しないセンサで検出してもよいし、運転状態または吸入空気量などから推定してもよい。ここで、DPNR11に導入されている排気の温度がDPNR前目標排気温度T0より高いと判定された場合にはS105に進む。一方、DPNR11に導入されている排気の温度がDPNR前目標排気温度T0以下と判定された場合にはS106に進む。

【0077】

S105においては、燃料添加弁14からの燃料添加の周期と、切換弁15の開弁周期とを略同一とし、燃料添加弁14からの燃料添加が開始された時期に切換弁15が開弁されるようにする制御を実行する。

【0078】

S106においては、S103で実施されたような、DPNR11に対する通常の昇温制御である燃料添加と、切換弁15の閉弁状態とが継続される。S105またはS106の処理が終了すると本ルーチンを一旦終了する。

【0079】

以上、説明したように、本実施例においては、DPNR11に流入する排気の温度に応じて、DPNR11に対する通常の昇温制御である燃料添加を行うとともに切換弁15の閉弁状態を継続する制御と、燃料添加弁14からの燃料添加の周期と切換弁15の開弁周期とを略同一とし燃料添加弁14からの燃料添加が開始された時期に切換弁15が開弁されるようにする制御と、を使い分けることとした。

10

20

30

40

50

【0080】

これによれば、DPNR11に流入する排気が十分に高温の際には、燃料添加弁14からの添加燃料に優先的にバイパス管6を通過させることにより、DPNR11を昇温させつつ上流のNSR10の過昇温を抑制することができる。一方、DPNR11に流入する排気が低温の場合には、燃料添加弁14からの添加燃料に積極的にNSR10を通過させることにより排気の温度を上昇させ、DPNR11の昇温を促進し、DPNR11の燃料による詰まりや失活を抑制することができる。

【0081】

ここで、上記のDPNR温度制御ルーチンのS103及びS106における通常の燃料添加を行う際の周期は1秒以下、リッチスパイク幅は0.5秒以下としてもよい。そうすれば、より安定的に燃料をNSR10に供給でき、より効率よくNSR10及びNSR10からの排気の温度を上昇させることができる。一方、S105に係る燃料添加を行う際の周期は5~10秒程度、リッチスパイク幅は2~4秒程度としてもよい。そうすれば、1回のリッチスパイクによる空燃比の低下量を大きくすることができ、燃料をDPNR11全体に行き渡らせ易くなる。よって、DPNR11の全体に対してより確実にPM再生処理またはSOx被毒回復処理を行うことができる。

10

【0082】

なお、上記のDPNR温度制御ルーチンのS103の処理においては、その時点で、前回の本ルーチンの実行時にS105で実行された制御が継続している場合には、その制御をそのまま継続してS104に進むようにしてもよい。そうすれば、DPNR11に導入されている排気の温度がDPNR前目標排気温度T0より高い状態が続いた場合には、燃料添加弁14からの燃料添加の周期と切換弁15の開弁周期とを略同一とし燃料添加弁14からの燃料添加が開始された時期に切換弁15が開弁されるようにする制御を中断されることなく継続することができる。

20

【0083】

なお、図6には、DPNR11に対する通常の昇温制御である燃料添加が実施され切換弁15の開弁状態が継続された場合の、燃料添加タイミングと切換弁15の開度について示す。また、図7には、燃料添加弁14からの燃料添加の周期と切換弁15の開弁周期とを略同一とし燃料添加弁14からの燃料添加が開始された時期に切換弁15が開弁される制御を行った場合の、燃料添加タイミングと切換弁15の開閉タイミングについて示す。

30

【0084】

また、本実施例においては、図1に示す内燃機関1の排気系は、NSR10はマニバータ位置に、DPNR11はアンダーフロアに配置されたものであってもよい。このような配置の排気系においては、アンダーフロアに配置されたDPNR11の熱が外気に奪われ易く、温度低下することによって燃料詰まりや失火が発生し易い。従って、そのような構成の内燃機関1の排気系に上記の制御を適用すれば、より効果的にDPNR11の昇温を促進し、DPNR11の燃料による詰まりや失活をより効果的に抑制することができる。

【0085】

また、上記の実施例においては切換弁15はバイパス管6に備えられることとしたが、本発明の技術思想の範囲内である限り、切換弁15の配置場所はバイパス管6に限られない。例えば、切換弁15を排気管5における分岐部5aとNSR10との間に備えて、燃料添加弁14から断続的に燃料を添加するとともに、切換弁15の開閉タイミングを制御してもよい。この制御により、NSR10に流入する排気空燃比と、DPNR11に流入する排気空燃比とを制御すること自体は、本発明の技術思想の範囲内である。

40

【0086】

なお、本実施例においても、第1排気浄化装置としてNSR10、第2排気浄化装置としてDPNR11を用いた排気浄化システムについて説明したが、第1排気浄化装置と第2排気浄化装置の組合せはこれに限られない。

【0087】

例えば図5に示したフローチャートが適用される排気浄化システムにおいては、第1排

50

気浄化装置はDPNR、酸化触媒CCo、三元触媒などであってもよく、第2排気浄化装置はNSR、微粒子物質を捕集するフィルタ、フィルタと酸化触媒CCoの組合せなどでもよい。第1排気浄化装置は燃料が導入されて排気温度を上昇させる機能を有するため、酸化能を有することが望ましい。

【0088】

また、本発明の排気浄化システムにおける第1排気浄化装置、第2排気浄化装置は、各々が各種触媒、フィルタなどの組み合わせに係る排気浄化装置であることを妨げない。

【0089】

また、上記の実施例においては、還元剤として燃料を排気に添加する燃料添加弁14が還元剤供給手段の機能を果たす例について説明したが、本発明は、還元剤として燃料以外の液体、例えば尿素水を使用する排気浄化システムにも適用可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】本発明の実施例1に係る内燃機関と、その排気系及び制御系の概略構成を示した図である。

【図2】本発明の実施例1に係る燃料添加と切換弁の開閉のタイミングを示すタイムチャートの第1の例である。

【図3】本発明の実施例1に係る燃料添加と切換弁の開閉のタイミングを示すタイムチャートの第2の例である。

【図4】本発明の実施例1に係る燃料添加と切換弁の開閉のタイミングを示すタイムチャートの第3の例である。

20

【図5】本発明の実施例2に係るDPNR温度制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図6】本発明の実施例2に係る燃料添加と切換弁の開閉のタイミングを示すタイムチャートの第1の例である。

【図7】本発明の実施例2に係る燃料添加と切換弁の開閉のタイミングを示すタイムチャートの第2の例である。

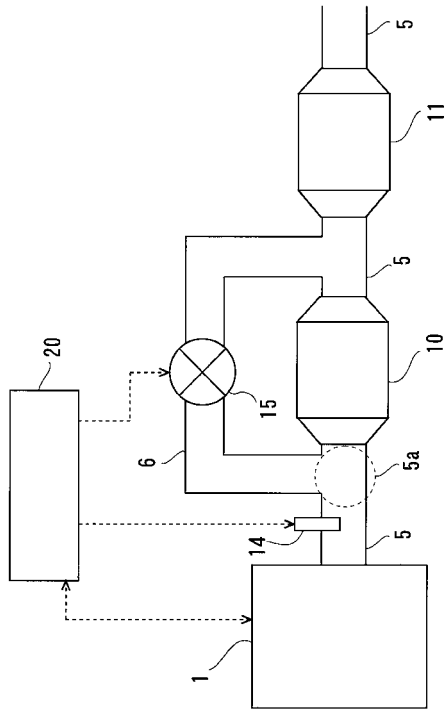
【符号の説明】

【0091】

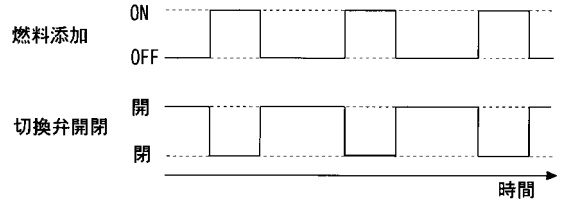
- 1・・・内燃機関
- 5・・・排気管
- 5a・・・分岐部
- 6・・・バイパス管
- 10・・・NSR
- 11・・・DPNR
- 14・・・燃料添加弁
- 15・・・切換弁
- 20・・・ECU

30

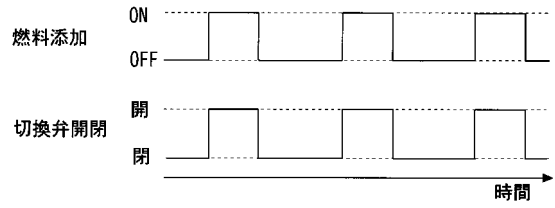
【図1】



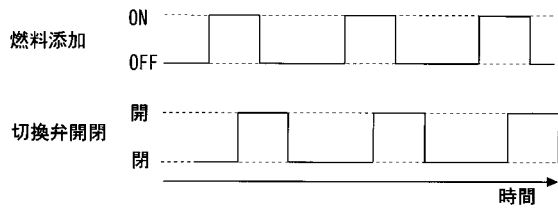
【図2】



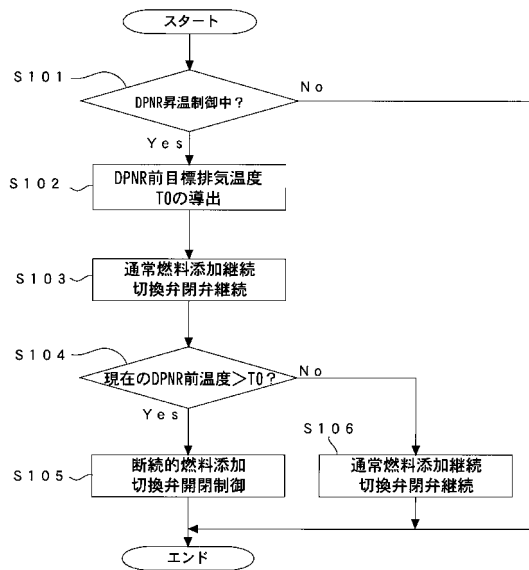
【図3】



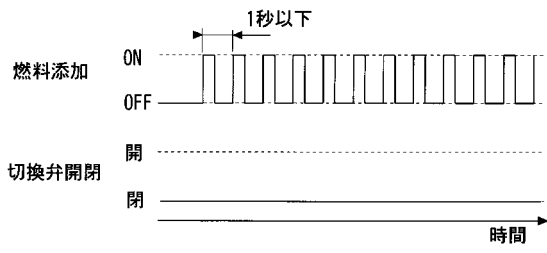
【図4】



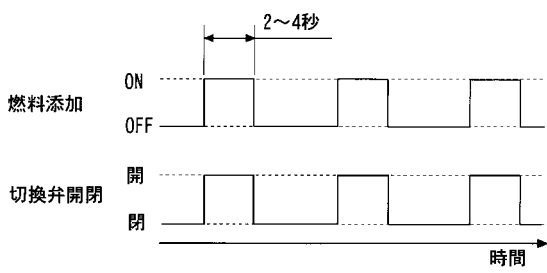
【図5】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
B 0 1 D 53/94	(2006.01)	F 0 1 N	3/20	N
		F 0 1 N	3/20	P
		F 0 1 N	3/24	C
		F 0 1 N	3/24	F
		F 0 1 N	3/24	G
		F 0 1 N	3/28	3 0 1 D
		F 0 1 N	3/36	B
		B 0 1 D	53/36	1 0 1 A
		B 0 1 D	53/36	1 0 3 C
		B 0 1 D	53/36	1 0 3 B
		F 0 1 N	3/36	C

(71)発明者 森島 彰紀
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 青山 太郎
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 井上 三樹男
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 亀田 貴志

(56)参考文献 特開平08-014027(JP,A)
特開2006-233894(JP,A)
特開2006-226216(JP,A)
特開2001-140631(JP,A)
特開2002-047954(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 N	3 / 0 8	-	3 / 3 6
B 0 1 D	5 3 / 9 4		