

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4720798号
(P4720798)

(45) 発行日 平成23年7月13日(2011.7.13)

(24) 登録日 平成23年4月15日(2011.4.15)

(51) Int.Cl.	F I
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/20 B
BO1D 53/94 (2006.01)	BO1D 53/36 IO3B
BO1D 53/86 (2006.01)	BO1D 53/36 ZAB
FO1N 3/24 (2006.01)	BO1D 53/36 IO3C
FO1N 3/08 (2006.01)	FO1N 3/24 Q
請求項の数 9 (全 23 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2007-178793 (P2007-178793)
 (22) 出願日 平成19年7月6日(2007.7.6)
 (65) 公開番号 特開2009-13933 (P2009-13933A)
 (43) 公開日 平成21年1月22日(2009.1.22)
 審査請求日 平成21年9月16日(2009.9.16)

(73) 特許権者 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システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

予混合燃焼運転可能な内燃機関の排気浄化システムにおいて、
 内燃機関の排気通路に配置された排気浄化装置と、
 前記排気浄化装置より下流の排気通路に配置された排気絞り弁と、
 前記排気浄化装置へ流入する排気に還元剤を供給する供給手段と、
 前記排気絞り弁の開度減少と前記供給手段による還元剤の供給を併用して前記排気浄化装置の再生を図る再生手段と、

前記内燃機関の予混合燃焼運転時に前記再生手段による前記排気浄化装置の再生が必要になると、前記排気絞り弁の開度を減少させてから所定期間は前記供給手段による還元剤の供給を禁止する禁止手段と、
 を備え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】

請求項1において、前記所定期間に、前記内燃機関の発生トルクが要求トルクに近似するように燃料噴射時期を調整する調整手段を更に備え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3】

請求項1において、前記所定期間に、燃料噴射時期を所定期間まで遅角させる遅角手段を備え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4】

請求項 1 において、前記所定期間の少なくとも一部の期間に、燃料噴射弁から噴射された燃料と気筒内のガスとの混合を促進させる促進手段を更に備え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 5】

請求項 1 において、前記所定期間の少なくとも一部の期間に、EGR ガスに含まれる既燃ガス成分の量を増加させる増加手段を更に備え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 6】

請求項 1 において、前記内燃機関の吸気通路に配置された吸気絞り弁と、前記内燃機関の排気通路と前記吸気通路を連通する EGR 通路に配置された EGR 弁と

10

、前記内燃機関の予混合燃焼運転時に前記再生手段による前記排気浄化装置の再生が必要になることを事前に予測する予測手段と、を更に備え、

前記再生手段は、前記予測手段による事前の予測がなされた時に、前記吸気絞り弁の開度増加、前記 EGR 弁の開度減少、及び前記排気絞り弁の開度減少を図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 7】

請求項 1 において、前記内燃機関の吸気通路に配置された吸気絞り弁と、前記内燃機関の排気通路と前記吸気通路を連通する EGR 通路に配置された EGR 弁と

20

、前記内燃機関の予混合燃焼運転時に前記再生手段による前記排気浄化装置の再生が必要になることを事前に予測する予測手段と、

前記内燃機関の吸気バルブおよび/または排気バルブの開弁特性を変更する可変動弁機構と、を更に備え、

前記再生手段は、前記予測手段による事前の予測がなされた時に、前記吸気絞り弁の開度増加、前記 EGR 弁の全閉、前記排気絞り弁の開度減少、及び前記可変動弁機構による内部 EGR の増加を図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 8】

請求項 1 ~ 7 の何れか一項において、前記所定期間は、前記排気絞り弁の開度が減少された時点から前記排気絞り弁より上流の排気圧力が目標圧力に達する時点までの期間であることを特徴とする内燃機関の排気浄化システム。

30

【請求項 9】

請求項 1 ~ 7 の何れか一項において、前記所定期間は、前記排気絞り弁の開度が減少された時点から前記排気絞り弁より上流の排気温度が目標温度に達する時点までの期間であり、

前記所定期間は前記内燃機関を予混合燃焼運転させる制御手段を更に備えることを特徴とする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】

【0001】

40

本発明は、排気浄化装置へ還元剤を供給して該排気浄化装置の再生を図る内燃機関の排気浄化システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、排気浄化装置に対し昇温を伴う再生処理を実施する方法として、排気浄化装置より下流に配置された排気絞り弁の開度を減少させつつ、排気浄化装置へ還元剤を供給する方法が提案されている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【特許文献 1】特開 2006 - 316758 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 315190 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 90209 号公報

50

【特許文献4】特開2004-150319号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、内燃機関が予混合燃焼運転されている時は吸気絞り弁等によって吸入空気量が少なく制限されるとともにEGR機構によってEGRガス量が多くされる。このため、内燃機関の予混合燃焼運転時に排気絞り弁が絞られると、排気絞り弁より上流の排気圧力が速やかに上昇し難くなるとともに、排気の流速が上昇し易くなる。

【0004】

排気圧力が低く且つ排気の流速が高い時に還元剤の供給が行われると、還元剤の供給による効果が得られにくくなる上、還元剤が排気浄化装置をすり抜ける可能性もある。

10

【0005】

本発明は、上記したような実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、排気絞り弁の開度を減少させつつ排気浄化装置へ還元剤を供給することにより排気浄化装置の再生を図る内燃機関の排気浄化システムにおいて、内燃機関の予混合燃焼運転時に排気浄化装置を効率的に再生可能な技術の提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上記した課題を解決するために、内燃機関が予混合燃焼運転されている時に排気浄化装置を再生する必要性が生じると、先ず排気絞り弁の開度を減少させ、その所定期間経過後に還元剤の供給が開始されるようにした。

20

【0007】

詳細には、予混合燃焼運転可能な内燃機関の排気浄化システムにおいて、内燃機関の排気通路に配置された排気浄化装置と、前記排気浄化装置より下流の排気通路に配置された排気絞り弁と、前記排気浄化装置へ流入する排気に還元剤を供給する供給手段と、前記排気絞り弁の開度減少と前記供給手段による還元剤の供給を併用して前記排気浄化装置の再生を図る再生手段と、前記内燃機関の予混合燃焼運転時に前記再生手段による前記排気浄化装置の再生が必要になると、前記排気絞り弁の開度を減少させてから所定期間は前記供給手段による還元剤の供給を禁止する禁止手段と、を備えるようにした。

【0008】

30

尚、ここでいう「排気浄化装置」は、吸蔵還元型NOx触媒やパーティキュレートフィルタ等の浄化装置を含む。また、「排気浄化装置の再生」は、吸蔵還元型NOx触媒に吸蔵されたSOxを還元・除去する処理(S再生処理)や、パーティキュレートフィルタに捕集されたPMを酸化・除去する処理(PM再生処理)等のように、排気浄化装置の昇温を要する処理を含む。

【0009】

内燃機関が予混合燃焼運転される場合は、気筒内へ導入される酸素量を減少させる必要がある。このため、内燃機関が予混合燃焼運転する時は、吸気絞り弁により吸入空気量が減少されるとともにEGR機構によりEGRガス量が増加される。

【0010】

40

このような状態の時に排気絞り弁の開度が絞られると、排気圧力が高まるまでに時間がかかる。更に、吸気絞り弁によって吸入空気量が制限されているため、排気圧力が排気浄化装置の再生に適した圧力まで上昇しない場合もある。

【0011】

これに対し、吸気絞り弁による吸入空気量の制限を解除するとともにEGRガスの導入を停止する方法が考えられる。但し、吸入空気量の増加及びEGRガス量の減少は燃料の過早着火を招くため、燃料噴射パターンを予混合燃焼運転用のパターン(圧縮上死点前の燃料噴射)から拡散燃焼運転用のパターン(圧縮上死点近傍の燃料噴射)へ切り替えることが好適である。

【0012】

50

ところで、吸入空気量やEGRガス量は即座に変化しない。このため、吸入空気量がある程度多くなるまでは、排気絞り弁の開度の減少により排気の流速が上昇する。排気の流速が高い時に供給手段による還元剤の供給が行われると、還元剤が排気浄化装置で反応せずに大気中へ排出される可能性がある。

【0013】

これに対し、排気絞り弁の開度が減少された時点から所定期間が経過するまで供給手段による還元剤の供給が禁止されると、所定期間中に排気の流速が低下するとともに排気の圧力が上昇する。このため、還元剤の供給による効果を得られ易くなるとともに、排気浄化装置をすり抜ける還元剤の量を減少させることができる。その結果、還元剤の浪費が抑制され、排気浄化装置が効率的に再生されるようになる。

10

【0014】

本発明に係る内燃機関の排気浄化システムは、排気絞り弁の開度が減少された時点から供給手段による還元剤の供給が開始される時点までの所定期間において、内燃機関の発生トルクが要求トルクに近似するように燃料噴射時期を調整する調整手段を更に備えるようにしてもよい。

【0015】

内燃機関の運転状態が予混合燃焼運転状態から拡散燃焼運転状態へ移行する時に排気絞り弁の開度が絞られていると、ポンピングロスの増加によって内燃機関のトルクが低下する。これに対し、燃料噴射量の増量補正によりトルクの低下を補償する方法が考えられる。

20

【0016】

しかしながら、燃料噴射量の増量補正によりトルクの低下が補償された場合は、燃料消費量の増加が懸念される。これに対し、燃料噴射時期の調整によってトルクの低下が軽減されると、燃料噴射量の増量を少なく抑えることができる。

【0017】

本発明に係る内燃機関の排気浄化システムは、上記した所定期間において、燃料噴射時期を所定期間まで遅角させる遅角手段を更に備えるようにしてもよい。ここでいう「所定期間」は、失火を抑制し得る燃料噴射時期の範囲において最も遅い燃料噴射時期であってもよい。

【0018】

上記した所定期間において還元剤の供給が禁止されると、排気浄化装置をすり抜ける還元剤が減るが、排気浄化装置が再生に適した温度域（以下、「再生温度域」と称する）へ昇温するまでの時間が長くなる可能性がある。

30

【0019】

これに対し、所定期間中の燃料噴射時期が所定期間まで遅角されると、所定期間中の排気温度が上昇する。このため、所定期間中に排気浄化装置が排気の熱を受けて昇温する。その結果、所定期間経過後において、排気浄化装置を再生温度域まで昇温させるために必要となる還元剤の量及び時間を少なくすることができる。

【0020】

本発明に係る内燃機関の排気浄化システムは、上記した所定期間の少なくとも一部の期間に、気筒内の燃料とガスの均質混合を促進させる促進手段を更に備えるようにしてもよい。

40

【0021】

内燃機関の運転状態が予混合燃焼運転状態から拡散燃焼運転状態へ移行する過程において、吸入空気量の増加とEGRガスの減少が進むと、気筒内の燃料が吸気と予混合する前に着火・燃焼するようになる。気筒内の燃料が吸気とガスと予混合する前に着火・燃焼すると、NOxの発生量が増加する可能性がある。

【0022】

これに対し、促進手段によって燃料とガスの均質混合が促進されると、気筒内の燃料がガスと予混合した後に着火・燃焼するようになる。すなわち、内燃機関の運転状態が予混

50

合燃焼運転状態から拡散燃焼運転状態へ移行する過程において、内燃機関が予混合燃焼運転する期間を長くすることができる。その結果、 NO_x 発生量の増加を軽減することができる。

【0023】

燃料とガスの均質混合を促進させる具体的な方法としては、気流制御弁の開度を絞ることにより気筒内にスワール流やタンブル流等の気流を生起させる方法、燃料噴射弁の燃料噴射圧力を上昇させることにより燃料の微粒化を図る方法等を例示することができる。

【0024】

また、内燃機関の運転状態が予混合燃焼運転状態から拡散燃焼運転状態へ移行する過程において内燃機関が予混合燃焼運転する期間を長くする他の方法としては、単位量当たりのEGRガスに含まれる既燃ガス成分の量を増加させる方法も考えられる。ここでいう既燃ガス成分は、気筒内で燃料が燃焼した時や排気浄化装置で未燃燃料が酸化した時に発生する二酸化炭素(CO_2)や水(H_2O)等である。

【0025】

内燃機関の運転状態が予混合燃焼運転状態から拡散燃焼運転状態へ移行する過程では、気筒内へ導入されるEGRガス量が経時的に減少する。気筒内へ導入されるEGRガス量が減少すると、燃料噴射弁から噴射された燃料(以下、「噴射燃料」と称する)が予混合気を形成する前に着火・燃焼し易くなる。

【0026】

これに対し、単位量当たりのEGRガスに含まれる既燃ガス成分量が増加すると、気筒内へ導入されるEGRガス量が減少しても、気筒内へ導入される既燃ガス成分量の減少を軽減することができる。よって、内燃機関の運転状態が予混合燃焼運転状態から拡散燃焼運転状態へ移行する過程において、内燃機関が予混合燃焼運転する期間を長くすることができる。その結果、 NO_x 発生量の増加を軽減することができる。

【0027】

単位量当たりのEGRガスに含まれる既燃ガス成分量を増加させる方法としては、膨張行程や排気行程の気筒の燃料噴射弁からアフター噴射を行わせる方法を例示することができる。

【0028】

本発明に係る内燃機関の排気浄化システムは、内燃機関が予混合燃焼運転されている時に排気浄化装置の再生の必要性を事前に予測する予測手段を更に備えるようにしてもよい。

【0029】

この場合、再生手段は、前記予測手段による事前の予測がなされた時に、吸気絞り弁とEGR弁と排気絞り弁の各々の開度を再生処理に適した開度に近似させておくようにしてもよい。すなわち、再生手段は、前記予測手段による事前の予測がなされた時に、吸気絞り弁の開度増加、EGR弁の開度減少、及び排気絞り弁の開度減少を行うようにしてもよい。

【0030】

内燃機関が予混合燃焼運転されている時に吸気絞り弁の開度が増加されるとともにEGR弁の開度が減少されると、吸入空気量及びEGRガス量が予混合燃焼運転に適した量から逸脱する虞がある。

【0031】

しかしながら、排気絞り弁の開度が減少されると、EGR通路の上流端と下流端との差圧が増加する。EGR通路の上流端と下流端との差圧が増加すると、該EGR通路を流れるEGRガス量が増加する。

【0032】

よって、吸気絞り弁の開度が増加される代わりに排気絞り弁の開度が減少されると、気筒内へ導入されるEGRガス量の減少が防止されるとともに、気筒内へ導入される空気量の増加が防止される。

10

20

30

40

50

【0033】

更に、吸気絞り弁の開度が増加される前に比して前記差圧が大きくなるように排気絞り弁の開度が設定されると、気筒内へ導入される空気量及びEGRガス量を変化させることなくEGR弁の開度を減少させることもできる。

【0034】

このような処理が排気浄化装置の再生要求発生前に行われると、再生要求が発生した時に吸気絞り弁とEGR弁と排気絞り弁の各々の開度を再生処理に適した開度へ短時間で変更可能となる。

【0035】

よって、再生要求発生後の早い時期に供給手段を作動させることができる。その結果、再生処理の実行時間を短縮することができる。

10

【0036】

また、内燃機関が可変動弁機構を備える場合には、再生手段は、予測手段による事前の予測がなされた時点で、吸気絞り弁とEGR弁と排気絞り弁の各々の開度を再生処理に適した開度に変更するとともに、可変動弁機構を利用して内部EGRを増加させるようにしてもよい。その際、再生手段は、予測手段による事前の予測がなされる前のEGR率と同等のEGR率を維持できるように可変動弁機構を制御することが好ましい。

【0037】

このような処理が排気浄化装置の再生要求発生前に行われると、再生要求が発生した時に吸気絞り弁とEGR弁と排気絞り弁の各々の開度を再生処理に適した開度へ変更する必要がないため、再生要求発生時に直ちに供給手段を作動させることができる。

20

【0038】

本発明において、前記した所定期間としては、排気絞り弁の開度が減少された時点から排気絞り弁より上流の排気圧力が目標圧力に達する時点までの期間であってもよい。このように所定期間が定められると、供給手段が作動する時の排気の流速が十分に低くなるため、排気浄化装置をすり抜ける還元剤は極めて少なくなる。

【0039】

本発明において、前記した所定期間としては、排気絞り弁の開度が減少された時点から前記排気絞り弁より上流の排気温度が目標温度に達する時点までの期間であってもよい。

【0040】

この場合、排気浄化装置の再生要求が発生した時点では排気絞り弁の開度減少のみが行われ、排気温度が目標温度以上に達した時点で予混合燃焼運転から拡散燃焼運転への移行（吸気絞り弁の開度増加、EGR弁の開度減少、燃料噴射パターンの切替）が行われることが好ましい。

30

【0041】

このような方法によれば、再生要求が発生した時点から排気温度が目標温度以上となるまでは、内燃機関を予混合燃焼運転させることができるとともに、その間に排気温度及び排気圧力をある程度上昇させることができる。このため、所定期間経過後に供給手段が作動されても排気浄化装置をすり抜ける還元剤は極僅かとなる。

【0042】

よって、再生処理の実行期間を長引かせることなく、再生処理実行期間中に内燃機関が予混合燃焼運転する期間を長くすることができる。

40

【発明の効果】

【0043】

本発明によれば、排気絞り弁の開度を減少させつつ排気浄化装置へ還元剤を供給することにより排気浄化装置の再生を図る内燃機関の排気浄化システムにおいて、内燃機関の予混合燃焼運転時に排気浄化装置を効率的に再生することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

以下、本発明の具体的な実施形態について図面に基づいて説明する。

50

【 0 0 4 5 】

< 実施例 1 >

先ず、本発明の第 1 の実施例について図 1 ~ 図 6 に基づいて説明する。図 1 は、本発明に係る内燃機関の排気浄化システムの概略構成を示す図である。

【 0 0 4 6 】

図 1 に示す内燃機関の排気浄化システムは、複数の気筒を有する圧縮着火式の内燃機関（ディーゼルエンジン）である。

【 0 0 4 7 】

内燃機関 1 の各気筒 2 には、各気筒 2 内へ直接燃料を噴射可能な燃料噴射弁 3 が取り付けられている。燃料噴射弁 3 は、コモンレール 3 0 において昇圧された燃料を気筒 2 内へ直接噴射する。

10

【 0 0 4 8 】

各気筒 2 には、吸気通路 4 が連通している。吸気通路 4 の途中には、ターボチャージャ 5 のコンプレッサハウジング 5 0 とインタークーラ 6 が配置されている。コンプレッサハウジング 5 0 により過給された吸気は、インタークーラ 6 で冷却された後に各気筒 2 内へ導入される。各気筒 2 内へ導かれた吸気は、燃料噴射弁 3 から噴射された燃料とともに気筒 2 内で着火及び燃焼される。

【 0 0 4 9 】

各気筒 2 内で燃焼されたガス（既燃ガス）は、排気通路 7 へ排出される。排気通路 7 へ排出された排気は、排気通路 7 の途中に配置されたタービンハウジング 5 1 及び排気浄化装置 8 を経由して大気中へ放出される。

20

【 0 0 5 0 】

排気浄化装置 8 としては、酸化能と NO_x 吸蔵能を有する吸蔵還元型 NO_x 触媒、酸化能と PM 捕集能を有するパティキュレートフィルタ、或いは、酸化能と NO_x 吸蔵能と PM 捕集能を有するパティキュレートフィルタ（DPNR）等を例示することができる。

【 0 0 5 1 】

また、内燃機関 1 は低圧 EGR 機構と高圧 EGR 機構とを備えている。高圧 EGR 機構は、タービンハウジング 5 1 より上流の排気通路 7 からインタークーラ 6 より下流の吸気通路 4 へ排気の一部を導く高圧 EGR 通路 9、高圧 EGR 通路 9 の流路断面積を変更する高圧 EGR 弁 1 0、及び高圧 EGR 通路 9 を流れる排気（以下、「高圧 EGR ガス」と称する）を冷却する高圧 EGR クーラ 1 1 を具備している。

30

【 0 0 5 2 】

高圧 EGR 機構により再循環させられる高圧 EGR ガスの量は、吸気通路 4 のインタークーラ 6 より下流且つ高圧 EGR 通路 9 の接続部より上流の部位に配置された第 2 吸気絞り弁 1 2 の開度、および / または高圧 EGR 弁 1 0 の開度により調量される。

【 0 0 5 3 】

低圧 EGR 機構は、排気浄化装置 8 より下流の排気通路 7 からコンプレッサハウジング 5 0 より上流の吸気通路へ排気の一部を導く低圧 EGR 通路 1 3、低圧 EGR 通路 1 3 の流路断面積を変更する低圧 EGR 弁 1 4、及び低圧 EGR 通路 1 3 を流れる排気（低圧 EGR ガス）を冷却する低圧 EGR クーラ 1 5 を具備している。

40

【 0 0 5 4 】

低圧 EGR 機構により再循環させられる低圧 EGR ガスの量は、低圧 EGR 通路 1 3 の接続部より上流の吸気通路 4 に配置された第 1 吸気絞り弁 1 6 の開度、および / または低圧 EGR 弁 1 4 の開度により調量される。

【 0 0 5 5 】

低圧 EGR 通路 1 3 の接続部より上流であって排気浄化装置 8 より下流の排気通路 7 には、排気絞り弁 1 7 が配置されている。また、内燃機関 1 には、エキゾーストマニフォルド 7 0 の内部へ還元剤としての燃料を噴射する燃料添加弁 1 8 が取り付けられている。燃料添加弁 1 8 は、本発明に係る供給手段の一実施態様である。

【 0 0 5 6 】

50

上記した燃料噴射弁 3、高圧 EGR 弁 10、第 2 吸気絞り弁 12、低圧 EGR 弁 14、第 1 吸気絞り弁 16、排気絞り弁 17、及び燃料添加弁 18 は、ECU 18 と電氣的に接続されている。ECU 18 は、CPU、ROM、RAM、バックアップ RAM 等から構成される電子制御ユニットである。

【0057】

ECU 19 は、エアフローメータ 20、水温センサ 21、クランクポジションセンサ 22、排気温度センサ 23、排気圧センサ 24、アクセルポジションセンサ 25 等の各種センサと電氣的に接続されている。

【0058】

前記エアフローメータ 20 は、大気中から吸気通路 4 へ流入する空気量を測定するセンサである。水温センサ 21 は、内燃機関 1 を循環する冷却水の温度を測定するセンサである。クランクポジションセンサ 22 は、内燃機関 1 のクランクシャフトの回転位置を検出するセンサである。排気温度センサ 23 は、排気浄化装置 8 から流出する排気の温度を測定するセンサである。排気圧センサ 24 は、排気絞り弁 17 より上流の排気圧力を測定するセンサである。アクセルポジションセンサ 25 は、アクセルペダルの操作量（アクセル開度）を測定するセンサである。

10

【0059】

ECU 17 は、上記した各種センサの測定値に基づいて燃料噴射弁 3、高圧 EGR 弁 10、第 2 吸気絞り弁 12、低圧 EGR 弁 14、第 1 吸気絞り弁 16、排気絞り弁 17、及び燃料添加弁 18 を制御する。

20

【0060】

例えば、ECU 13 は、内燃機関 1 の負荷（アクセル開度）Accp 及び機関回転数 Ne から定まる運転条件が図 2 に示す予混合燃焼運転領域にある時には、内燃機関 1 を予混合燃焼運転させる。一方、運転条件が図 2 の拡散燃焼運転領域にある時は、ECU 13 は内燃機関 1 を拡散燃焼運転させる。

【0061】

内燃機関 1 が予混合燃焼運転される場合は、ECU 13 は、図 3 に示すように、パイロット噴射量を零に設定（パイロット噴射を停止）するとともに主噴射時期を圧縮上死点より早い時期（圧縮行程の半ば）に設定する。

【0062】

一方、内燃機関 1 が拡散燃焼運転させられる場合には、ECU 13 は、図 4 に示すように、パイロット噴射量を零より多い量に設定（パイロット噴射を実行）するとともに主噴射時期を圧縮上死点近傍に設定する。

30

【0063】

尚、内燃機関 1 が予混合燃焼運転される場合は、気筒 2 内の燃料が予混合気を形成する前に過早着火する可能性がある。このため、内燃機関 1 が予混合燃焼運転される場合は、拡散燃焼運転時より多量の EGR ガスを気筒 2 内へ導入して気筒 2 内の酸素濃度を下げる必要がある。

【0064】

これに対し、ECU 19 は、第 1 吸気絞り弁 16 又は第 2 吸気絞り弁 12 の開度を拡散燃焼運転時より減少させるとともに、高圧 EGR 弁 10 又は低圧 EGR 弁 14 の開度を拡散燃焼運転時より増加させる。この場合、気筒 2 内へ導入される空気量（酸素量）が拡散燃焼運転時より減少するとともに、気筒 2 内へ導入される EGR ガス量が拡散燃焼運転時より増加する。その結果、内燃機関 1 は、過早着火を伴うことなく予混合燃焼運転することができる。

40

【0065】

ところで、排気浄化装置 8 が適当な浄化能力を発揮するためには、該排気浄化装置 8 に対して適宜の再生処理が必要となる。

【0066】

例えば、排気浄化装置 8 が PM 捕集能を具備している場合は、該排気浄化装置 8 の PM

50

捕集量が過多になると、圧力損失が増加して背圧上昇等の不具合を招く。よって、排気浄化装置 8 の P M 捕集量が多くなった時は、該排気浄化装置 8 に捕集された P M を酸化・除去する P M 再生処理を行う必要がある。

【 0 0 6 7 】

排気浄化装置 8 に捕集された P M は、凡そ 5 0 0 以上の高温且つリーンな雰囲気に曝された時に酸化される。よって、P M 再生処理の実行方法としては、排気浄化装置 8 を凡そ 5 0 0 以上に昇温させるとともに該排気浄化装置 8 へ流入する排気空燃比をリーンにする方法が好適である。

【 0 0 6 8 】

また、排気浄化装置 8 が N O x 吸蔵能を具備している場合は、該排気浄化装置 8 に吸蔵された S O x が多くなると、N O x 吸蔵能が低下する。よって、排気浄化装置 8 の N O x 吸蔵量が多くなった時は、該排気浄化装置 8 に吸蔵された S O x を還元・除去する S 再生処理を行う必要がある。

【 0 0 6 9 】

排気浄化装置 8 に吸蔵された S O x は、凡そ 6 0 0 以上の高温且つ理論空燃比以下の雰囲気に曝された時に還元・除去される。よって、S 再生処理の実行方法としては、排気浄化装置 8 を凡そ 6 0 0 以上に昇温させるとともに該排気浄化装置 8 へ流入する排気空燃比を理論空燃比以下にする方法が好適である。

【 0 0 7 0 】

上記した P M 再生処理や S 再生処理のように排気浄化装置 8 の昇温を伴う再生処理が行われる場合は、排気絞り弁 1 7 の開度を減少させるとともに燃料添加弁 1 8 から排気浄化装置 8 へ燃料を供給する方法が好適である。

【 0 0 7 1 】

これは、排気絞り弁 1 7 の開度が減少されると、排気圧力の上昇によって排気浄化装置 8 の温度を高めることができるとともに、燃料の流速低下によって排気浄化装置 8 における燃料の反応率が高まるためである。

【 0 0 7 2 】

しかしながら、内燃機関 1 の予混合燃焼運転時は吸入空気量が少ないため、排気絞り弁の開度が減少されても排気圧力が速やかに上昇し難い上、排気圧力が排気浄化装置 8 の再生に適した圧力まで上昇しない場合がある。

【 0 0 7 3 】

これに対し、内燃機関 1 の予混合燃焼運転時に P M 再生処理や S 再生処理を行う必要が生じると、第 1 吸気絞り弁 1 6 及び第 2 吸気絞り弁 1 2 (以下、「吸気絞り弁」と総称する)を全開にするとともに高圧 E G R 弁 1 0 及び低圧 E G R 弁 1 4 (以下、「E G R 弁」と総称する)を全閉にして再生処理を行う方法が考えられる。

【 0 0 7 4 】

上記した方法により吸入空気量が増加されるとともに E G R ガス量が減少された場合は、気筒 2 内の酸素濃度が高まるため、燃料が吸気と予混合する前に着火(過早着火)する可能性がある。よって、燃料噴射パターンが予混合燃焼運転用のパターン(圧縮上死点前の燃料噴射)から拡散燃焼運転用のパターン(圧縮上死点近傍の燃料噴射)へ切り替えられることが好ましい。

【 0 0 7 5 】

また、吸気絞り弁や E G R 弁の開度変更が実際の吸入空気量や E G R ガス量に反映されるまでには時間がかかる。このため、吸入空気量がある程度多くなるまでは、排気絞り弁 1 7 の開度減少によって排気の流速が上昇する。排気の流速が高い時に燃料添加弁 1 8 から排気浄化装置 8 へ燃料が供給されると、燃料添加弁 1 8 から供給された燃料(以下、「供給燃料」と称する)が排気浄化装置 8 で反応し難くなる。その結果、内燃機関 1 の排気エミッションが悪化する虞がある。

【 0 0 7 6 】

そこで、E C U 1 9 は、内燃機関 1 の予混合燃焼運転時に排気浄化装置 8 の再生が必要

10

20

30

40

50

になると、排気絞り弁 17 の開度を減少させた時点から排気圧力（排気圧センサ 24 の測定値）が目標圧力に到達するまでの期間（所定期間）は、燃料添加弁 18 の作動を禁止するようにした。

【 0 0 7 7 】

具体的には、ECU 19 は、図 5 に示すように、内燃機関 1 の予混合燃焼運転時に排気浄化装置 8 の再生が必要になると、先ず内燃機関 1 の運転状態を予混合燃焼運転状態から拡散燃焼運転状態へ移行させる。すなわち、ECU 19 は、吸気絞り弁を全開させ、EGR 弁を全閉させ、燃料噴射パターンを予混合燃焼運転用のパターンから拡散燃焼運転用パターンへ移行させる。更に、ECU 19 は、上記した運転状態の移行開始と同時に排気絞り弁 17 の開度も減少させる。

10

【 0 0 7 8 】

その後、ECU 19 は、排気圧センサ 24 の測定値（排気圧力）をモニタし、排気圧力が目標圧力に到達した時点で燃料添加弁 18 から排気浄化装置 8 への燃料供給を開始する。尚、内燃機関 1 が排気圧センサ 24 を備えていない場合には、ECU 19 は、吸入空気量（エアフローメータ 20 の測定値）から排気圧力を推定してもよい。

【 0 0 7 9 】

かかる方法によれば、排気圧力が目標圧力に到達するまでは燃料添加弁 18 からの燃料供給が行われないため、排気浄化装置 8 をすり抜ける燃料を減少させることができる。その結果、排気浄化装置 8 における供給燃料の反応率が高まり、排気浄化装置 8 の再生効率が高くなる。

20

【 0 0 8 0 】

上記した目標圧力は、排気浄化装置 8 の再生に適した圧力と同等に設定されてもよいが、燃料添加弁 18 の作動開始時期が遅くなる可能性もあるため、供給燃料のすり抜けが生じ得ない圧力の下限值と同等に設定されてもよい。

【 0 0 8 1 】

以下、内燃機関 1 の予混合燃焼運転時における再生処理の実行手順について図 6 に沿って説明する。図 6 は、本実施例における再生処理ルーチンを示すフローチャートである。この再生処理ルーチンは、予め ECU 19 の ROM に記憶されているルーチンであり、ECU 19 によって周期的に実行される。

【 0 0 8 2 】

再生処理ルーチンにおいて、ECU 19 は先ず S 1 0 1 において再生実行条件が成立しているか否かを判別する。再生実行条件は、例えば、排気浄化装置 8 の PM 捕集量が予め定められた上限量以上である、或いは排気浄化装置 8 の SOx 吸蔵量が予め定められた上限量以上である等の条件を例示することができる。

30

【 0 0 8 3 】

前記 S 1 0 1 において否定判定された場合は、ECU 19 は本ルーチンを一旦終了する。一方、前記 S 1 0 1 において肯定判定された場合は、ECU 19 は S 1 0 2 へ進む。

【 0 0 8 4 】

S 1 0 2 では、ECU 19 は、内燃機関 1 が予混合燃焼運転されている否かを判別する。例えば、ECU 19 は、アクセルポジションセンサ 25 の測定値（アクセル開度 Accp）と機関回転数 Ne とから定まる運転条件が前述した図 2 の予混合燃焼運転領域に属しているか否かを判別する。

40

【 0 0 8 5 】

前記 S 1 0 2 において否定判定された場合は内燃機関 1 の運転状態を切り替える必要がない。このため、ECU 19 は、S 1 0 8 において、吸気絞り弁を全開させ、EGR 弁を全閉させ、更に排気絞り弁 17 を作動（排気絞り弁 17 の開度を減少）させる。そして、ECU 19 は、燃料添加弁 18 を直ちに作動させる。

【 0 0 8 6 】

また、前記 S 1 0 2 において肯定判定された場合は内燃機関 1 の運転状態を切り替える必要がある。このため、ECU 19 は、S 1 0 3 において、内燃機関 1 の運転状態を予混

50

合燃焼運転状態から拡散燃焼運転状態へ移行させるための移行処理を開始するとともに、排気絞り弁17を作動させる。

【0087】

前記した移行処理では、ECU19は、吸気絞り弁を全開させ、EGR弁を全閉させ、更に燃料噴射パターンを予混合燃焼運転用のパターンから拡散燃焼運転用のパターンへ切り替える。

【0088】

尚、上記した移行処理において、気筒2内へ導入される空気量とEGRガス量は、予混合燃焼運転に適した量から拡散燃焼運転に適した量へ一時に変化しない。このため、燃料噴射パターンが予混合燃焼運転用のパターンから拡散燃焼運転用のパターンへ一時に切り替えられると、着火時期の変動による燃焼騒音の増加を招く可能性がある。

10

【0089】

そこで、燃料噴射パターンは、気筒2内へ導入される空気量とEGRガス量の変化に応じて徐々に変更されることが好ましい。よって、ECU19は、気筒2内に導入される空気量の増加及びEGRガス量の減少に応じてメイン噴射時期を徐々に遅角させるとともにパイロット燃料噴射量を徐々に増量させてもよい。このように燃料噴射パターンが徐変されると、着火時期の変動が抑えられるため、燃焼騒音の増加が抑制される。

【0090】

ここで図6の再生処理ルーチンに戻り、ECU19は、S104において排気絞り弁17より上流の排気圧力(排気圧センサ24の測定値)が目標圧力に達したか否かを判別する。

20

【0091】

前記S104において否定判定された場合は、ECU19はS103へ戻る。一方、前記S104において肯定判定された場合は、ECU19はS105へ進む。

【0092】

S105では、ECU19は、燃料添加弁18を作動(燃料添加弁18から排気浄化装置8への燃料供給を開始)させる。その際、排気浄化装置8を通過する排気の流速が十分に低くなっているため、排気浄化装置8をすり抜ける供給燃料は極めて少なくなる。更に、排気圧力の上昇によって排気浄化装置8の温度も高められているため、供給燃料が排気浄化装置8で反応(酸化)し易い。

30

【0093】

従って、燃料添加弁18から供給された燃料の略全てが排気浄化装置8で反応(酸化)される。その結果、排気浄化装置8は、最小限の供給燃料によって再生に適した温度域まで昇温可能となる。また、供給燃料が排気浄化装置8をすり抜けることに起因した排気エミッションの増加も抑制される。

【0094】

S106では、ECU19は、再生終了条件が成立しているか否かを判別する。再生終了条件は、排気浄化装置8のPM捕集量が零である、排気浄化装置8のSOx吸蔵量が零である等の条件を例示することができる。

【0095】

前記S106において否定判定された場合は、ECU19はS106の処理を再度実行する。一方、前記S106において肯定判定された場合は、ECU19はS107へ進む。

40

【0096】

S107では、ECU19は排気浄化装置8の再生処理を終了する。すなわち、ECU19は、燃料添加弁18からの燃料供給を停止させるとともに、排気絞り弁17を全開させる。更に、ECU19は、現時点における運転条件(アクセル開度Accpと機関回転数Ne)が予混合燃焼運転領域に属していれば、内燃機関1の運転状態を拡散燃焼運転状態から予混合燃焼運転状態へ移行させる。

【0097】

50

以上述べたようにECU19が図6の再生処理ルーチンを実行することにより、本発明に係る再生手段と禁止手段が実現される。よって、内燃機関1が予混合燃焼運転状態にある時に排気浄化装置8を効率的に再生することが可能となる。

【0098】

<実施例2>

次に、本発明の第2の実施例について説明する。ここでは、前述した第1の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

【0099】

前述した第1の実施例では、排気絞り弁17の開度が減少してから燃料添加弁18が作動開始するまでの所定期間において、着火時期の変動を抑えるように燃料噴射パターンを徐変する例について述べたが、本実施例では、排気絞り弁17の開度減少に起因したトルクの低下を燃料噴射時期の調整によって補償する例について述べる。

【0100】

排気浄化装置8を再生するために排気絞り弁17の開度が減少させられると、背圧の上昇によってポンピングロスが増加する。ポンピングロスが増加すると、内燃機関1のトルクが低下する。これに対し、燃料噴射量を増量補正することにより、内燃機関1のトルク低下を抑制する方法が考えられるが、燃料消費量が増加する可能性がある。

【0101】

そこで、本実施例の再生処理では、ECU19は、所定期間の燃料噴射時期をトルクの低下が最も小さくなる（言い換えれば、トルクが最も高くなる）ように調整するようにした。このようにECU19が所定期間の燃料噴射時期を調整することにより本発明に係る調整手段が実現される。

【0102】

尚、内燃機関1のトルクが最も高くなる燃料噴射時期は、気筒2内に導入される空気量やEGRガス量等によって変化するため、それらの関係を予め実験的に求めておくことが好適である。

【0103】

また、ECU19は、燃料噴射時期の調整によりトルクの低下を補償しきれない場合は、トルクの不足分を燃料噴射量の増量補正によって補うようにしてもよい。

【0104】

このような実施例によれば、着火時期が変動する可能性はあるものの、燃料噴射量の大幅な増加を抑えつつ内燃機関1のトルク低下を抑制可能となる。その結果、再生処理の実行に伴う燃料消費量の増加を最小限に抑えることができる。

【0105】

<実施例3>

次に、本発明の第3の実施例について説明する。ここでは前述した第1の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

【0106】

前述した第1の実施例では、排気絞り弁17の開度が減少してから燃料添加弁18が作動開始するまでの所定期間において、着火時期の変動を抑えるように燃料噴射パターンを徐変する例について述べたが、本実施例では、排気温度が高くなるように燃料噴射時期を定める例について述べる。

【0107】

排気絞り弁17の開度が減少してから所定期間が経過するまで燃料添加弁18の作動が禁止されると、再生処理の実行期間が長くなる可能性がある。

【0108】

そこで、ECU19は、所定期間において燃料噴射時期を所定期間まで遅角させるようにした。所定期間は、失火を抑制し得る燃料噴射時期の範囲のうち最も遅い燃料噴射時期であってもよい。このようにECU19が所定期間の燃料噴射時期を遅角させることにより本発明に係る遅角手段が実現される。

10

20

30

40

50

【0109】

尚、失火を抑制し得る燃料噴射時期の範囲は気筒2内に導入される空気量やEGRガス量等によって変化するため、前記所定期間も気筒2内に導入される空気量やEGRガス量等に応じて変更されることが好ましい。前記所定期間と空気量とEGRガス量との関係は、予め実験的に求めておくようにしてもよい。

【0110】

このような実施例によれば、所定期間中の排気温度が上昇する。このため、排気浄化装置8は、所定期間中に排気の熱を受けて昇温する。その結果、排気浄化装置8は、所定期間終了時（言い換えれば、燃料添加弁18の作動開始時）までに比較的高い温度まで昇温する。

10

【0111】

所定期間終了時の排気浄化装置8の温度が高くなると、該排気浄化装置8を再生温度域まで昇温させるために必要となる供給燃料量及び時間が少なくなる。よって、再生処理実行期間が短縮されるとともに、再生処理に起因した燃料消費量の増加が軽減される。

【0112】

<実施例4>

次に、本発明の第4の実施例について図7～図9に基づいて説明する。ここでは、前述した第1の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

【0113】

本実施例では、排気絞り弁17の開度が減少されてから燃料添加弁18が作動開始するまでの所定期間の少なくとも一部の期間において、燃料噴射弁3から噴射された燃料（以下、「噴射燃料」と称する）と吸気との混合を促進させる例について述べる。

20

【0114】

所定期間において気筒2内に導入される空気量の増加及びEGRガス量の減少が進むと、燃料噴射弁3が燃料を噴射してから噴射燃料が着火・燃焼するまでの期間（予混合期間）が短くなる。予混合期間が短くなると、噴射燃料が吸気と予混合気を形成する前に着火・燃焼されるようになる。そのような場合は、NOxの発生量が増加する可能性がある。

【0115】

これに対し、本実施例の再生処理では、ECU19は、所定期間に、噴射燃料と吸気との混合を促進させる処理（以下、「予混合促進処理」と称する）を実行するようにした。

30

【0116】

噴射燃料と吸気との混合が促進されると、噴射燃料と吸気が短時間で予混合気を形成する。よって、予混合期間が短くなっても噴射燃料が予混合燃焼されるようになる。その結果、再生処理の実行に伴うNOx発生量の増加を軽減することができる。

【0117】

以下、予混合促進処理の実行方法について述べる。

【0118】

図7は、内燃機関1と吸気通路4の接続部近傍の構成を示す図である。図7において、吸気通路4は、高圧EGR通路9の接続部より下流において4つの分岐管に分岐され、各分岐管は更に2つの枝管に分岐されている。各気筒2の燃焼室には2つの枝管が接続されている。2つの枝管の一方には気流制御弁26が設けられている。この気流制御弁26が閉弁されると、吸気が気筒2内へ流入する時にスワール流が生起されるようになっている。気流制御弁26は、ECU19によって電氣的に制御される。

40

【0119】

ECU19は、所定期間において気流制御弁26を閉弁させる。その際、ECU19は、所定期間の全期間において気流制御弁26を閉弁させるようにしてもよいが、図8に示すように所定期間のうち気筒2内へ導入されるEGRガス量が所定量以下（或いは、気筒2内の酸素濃度が所定濃度以上）となる期間のみ気流制御弁26を閉弁させるようにしてもよい。前記した所定量は、噴射燃料が予混合燃焼可能なEGRガス量の最小量（或いは、所定濃度は噴射燃料が予混合燃焼可能な酸素濃度の最高濃度）と同等に設定されてもよ

50

い。

【 0 1 2 0 】

このように予混合促進処理が実行されると、所定期間において噴射燃料が予混合燃焼される期間が拡大する。その結果、再生処理の実行に起因した NO_x 発生量の増加を軽減することができる。

【 0 1 2 1 】

次に、本実施例における再生処理の実行手順について図9に沿って説明する。図9は、本実施例における再生処理ルーチンを示すフローチャートである。図9において、前述した第1の実施例と同様の処理には同一の符号が付されている。

【 0 1 2 2 】

ECU19は、S103の処理を実行した後に、S201へ進む。S201では、ECU19は、気筒2内に導入されるEGRガス量が所定量以下に減少したか否かを判別する。気筒2内に導入されるEGRガス量は、吸入空気量（エアフローメータ20の測定値）に基づいて推定されてもよい。

【 0 1 2 3 】

S201において否定判定された場合は、ECU19は、該S201の処理を繰り返し実行する。一方、S201において肯定判定された場合は、ECU19はS202へ進む。

【 0 1 2 4 】

S202では、ECU19は、気流制御弁26を閉弁させる。この場合、内燃機関1の気筒2内にスワール流が生起される。気筒2内にスワール流が生起されると、噴射燃料と吸気が速やかに混合する。その結果、予混合期間が短くなっても噴射燃料が予混合燃焼される。

【 0 1 2 5 】

また、ECU19は、S104において肯定判定されると、S203へ進む。S203では、ECU19は、燃料添加弁18の作動を開始するとともに、気流制御弁26を開弁させる。

【 0 1 2 6 】

このようにECU19が図9に示すような再生処理ルーチンを実行することにより、本発明に係る促進手段が実現される。その結果、前述した第1の実施例と同様の効果を得ることができるとともに、再生処理の実行に起因した NO_x 発生量の増加を軽減することができる。

【 0 1 2 7 】

尚、本実施例では気筒2内にスワール流が生起される例について述べたが、タンブル流が生起されてもよい。

【 0 1 2 8 】

また、本実施例では、予混合促進処理の実行方法として、気流制御弁26を閉弁させる方法を例に挙げたが、燃料噴射弁3の燃料噴射圧力を高める方法を採用してもよい。燃料噴射弁3の燃料噴射圧力が高められると、噴射燃料の微粒化が促進される。噴射燃料の微粒化が促進されると、着火時期の遅延により予混合期間を長引かせることができるとともに噴射燃料と吸気の均質混合を促進することができる。その結果、所定期間において噴射燃料が予混合燃焼される期間を長引かせることができる。

【 0 1 2 9 】

<実施例5>

次に、本発明の第5の実施例について説明する。ここでは、前述した第4の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については省略する。

【 0 1 3 0 】

前述した第4の実施例では、排気絞り弁17の開度が減少されてから燃料添加弁18が作動開始するまでの所定期間において噴射燃料と吸気との混合を促進させることにより NO_x 発生量の増加を軽減する例について述べたが、本実施例では、所定期間において単位

10

20

30

40

50

量当たりのEGRガスに含まれる既燃ガス成分を増加させることによりNOx発生量の増加を軽減する例について述べる。

【0131】

単位量当たりのEGRガスに含まれる既燃ガス成分が増加すると、気筒2内に導入されるEGRガス量が減少した場合であっても、気筒2内へ導入される既燃ガス成分の減少を抑えることができる。

【0132】

所定期間において気筒2内へ導入される既燃ガス成分の減少が抑制されると、予混合期間の短縮が抑制される。このため、噴射燃料は、予混合燃焼することが可能になる。更に、気筒2内へ導入される既燃ガス成分の減少が抑制されると、燃焼温度の上昇を抑えることもできる。従って、所定期間におけるNOx発生量の増加が可及的に軽減される。

10

【0133】

尚、単位量当たりのEGRガスに含まれる既燃ガス成分を増加させる方法としては、膨張行程又は排気行程の気筒2の燃料噴射弁3からアフター噴射を行わせる方法を例示することができる。

【0134】

燃料噴射弁3からアフター噴射された燃料は、メイン噴射された燃料の燃焼熱を受けて酸化、若しくは排気浄化装置8において酸化される。その結果、単位量当たりの排気(EGRガス)に含まれる既燃ガス成分が増加する。従って、ECU19が燃料噴射弁3からアフター噴射を行わせることにより、本発明に係る増加手段が実現される。

20

【0135】

<実施例6>

次に、本発明の第6の実施例について図10~図11に基づいて説明する。ここでは前述した第1の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

【0136】

前述した第1の実施例では、排気浄化装置8の再生要求が発生した時点(再生処理実行条件が成立した時点)から再生処理を開始する例について述べたが、本実施例では排気浄化装置8の再生要求が発生する前に再生処理の事前処理を開始する例について述べる。

【0137】

ECU19は、排気浄化装置8のPM捕集量又はSOx吸蔵量が上限量に近似した時に、再生処理の事前処理を開始する。詳細には、ECU19は、排気浄化装置8のPM捕集量又はSOx吸蔵量と上限量との差が一定量以下になった時(言い換えれば、再生要求が発生するまでの猶予(時間又は走行距離)が閾値以下になった時)に事前処理を開始する。

30

【0138】

ここでいう事前処理は、図10に示すように、排気絞り弁17の開度を第1開度まで減少させる処理と、吸気絞り弁を全開させる処理と、EGR弁の開度を第2開度まで減少させる処理とを含む。尚、図10中のEGR弁は高圧EGR弁10を示し、低圧EGR弁14は全開されるものとする。

40

【0139】

排気浄化装置8の再生要求が発生する前に吸気絞り弁の開度が増加されるとともに高圧EGR弁10の開度が減少されると、気筒2内へ導入される空気量及びEGRガス量が予混合燃焼運転に適した量から逸脱することが懸念される。

【0140】

しかしながら、排気絞り弁17の開度が減少されると、高圧EGR通路9の上流端と下流端との差圧が増加する。高圧EGR通路9の上流端と下流端との差圧が増加すると、該高圧EGR通路9を流れる排気(EGRガス)の量が増加する。

【0141】

よって、吸気絞り弁を全開させる代わりに排気絞り弁17の開度が減少されると、気筒

50

2内へ導入されるEGRガス量の減少が防止されるとともに、気筒2内へ導入される空気量の増加が防止される。すなわち、吸気絞り弁を全開させる代わりに排気絞り弁17の開度が減少されると、EGR率の変動を防止することができる。

【0142】

更に、前記した差圧が事前処理の実行前より大きくなるように第1開度が設定されると、第2開度が小さく設定されても気筒2内へ導入される空気量及びEGRガス量の変化を防止することができる。

【0143】

このような事前処理が再生要求発生前に行われると、再生要求が発生した時(再生処理を開始する時)に、吸気絞り弁を全開させる処理が必要なくなる。更に、排気絞り弁17及び高圧EGR弁10の開度が既に減少されているため、これらの弁開度が再生処理に適した開度まで動作する時間も短くなる。

10

【0144】

よって、再生要求発生後の早い時期に燃料添加弁18を作動させることができる。その結果、前述した第1の実施例の効果に加え、再生処理の実行時間を著しく短縮することができるという効果を得ることができる。

【0145】

ところで、上記したような事前処理が行われると、再生要求が発生した時点で排気圧力が既に目標圧力以上まで上昇している場合も考えられる。このような場合は、再生要求発生後に直ちに燃料添加弁18を作動させてもよい。但し、高圧EGR弁10が全閉となる前に燃料添加弁18が作動すると、供給燃料が高圧EGR通路9を経て吸気通路4へ流れる虞がある。このため、高圧EGR弁10が全閉するまでは燃料添加弁18の作動を控えた方がよい。

20

【0146】

以下、本実施例における事前処理及び再生処理の実行手順について図11に沿って説明する。図11は、事前処理と再生処理を含む処理ルーチンを示すフローチャートである。図11において前述した第1の実施例の再生処理ルーチンと同様の処理には同一の符号が付されている。

【0147】

図11の処理ルーチンにおいて、ECU19は、S101の処理を実行する前にS301~S303の処理を実行する。

30

【0148】

S301では、ECU19は、事前処理の実行条件が成立しているか否かを判別する。事前処理の実行条件としては、排気浄化装置8のPM捕集量又はSOx吸蔵量と上限量との差が一定量以下であることを例示することができる。このようにECU19がS301の処理を実行することにより、本発明に係る予測手段が実現される。

【0149】

前記S301において否定判定された場合はECU19は本ルーチンの実行を一旦終了する。一方、前記S301において肯定判定された場合はECU19はS302へ進む。

【0150】

40

S302では、ECU19は、内燃機関1が予混合燃焼運転されているか否かを判別する。このS302において否定判定された場合は、ECU19は、S306及びS108を順次実行する。すなわち、ECU19は、再生実行条件が成立した時点でS108の処理を実行する。

【0151】

また、前記S302において肯定判定された場合は、ECU19はS303へ進む。S303では、ECU19は前述したような事前処理の実行を開始する。

【0152】

続いて、ECU19は、S101へ進み、再生実行条件が成立したか否か(言い換えれば再生要求が発生したか否か)を判別する。S101において否定判定された場合は、E

50

C U 1 9 は該 S 1 0 1 の処理を繰り返し実行する。一方、S 1 0 1 において肯定判定された場合は、E C U 1 9 は S 3 0 4 へ進む。

【 0 1 5 3 】

S 3 0 4 では、E C U 1 9 は、再生処理の実行を開始する。具体的には、E C U 1 9 は、E G R 弁を全閉させるとともに排気絞り弁 1 7 の開度を再生に適した開度まで減少させる。

【 0 1 5 4 】

その際、E G R 弁の開度及び排気絞り弁 1 7 の開度は先の事前処理によりある程度小さくされているため、E G R 弁及び排気絞り弁 1 7 の開度は短時間で目標開度に到達する。

【 0 1 5 5 】

尚、燃料噴射パターンの切替は、S 3 0 4 の処理と同時に行われてもよく、或いは後述する S 1 0 5 の処理と同時に行われてもよい。

【 0 1 5 6 】

E C U 1 9 は、S 3 0 4 の処理を実行し終わると S 1 0 4 へ進む。S 1 0 4 において肯定判定されると、E C U 1 9 は S 3 0 5 へ進む。

【 0 1 5 7 】

S 3 0 5 では、E C U 1 9 は、E G R 弁の実際の開度が全閉であるか否かを判別する。S 3 0 5 において否定判定された場合は、E C U 1 9 は S 1 0 4 へ戻ってもよく、若しくは該 S 3 0 5 の処理を繰り返し実行してもよい。

【 0 1 5 8 】

前記 S 3 0 5 において肯定判定された場合は、E C U 1 9 は、S 1 0 5 へ進み、燃料添加弁 1 8 を作動させる。

【 0 1 5 9 】

以上述べたような手順により事前処理及び再生処理が行われると、前述した第 1 の実施例で述べた効果を得ることができるとともに、再生処理の実行期間を著しく短くすることができるという効果も得ることができる。

【 0 1 6 0 】

尚、内燃機関 1 が可変動弁機構を備えている場合には、E C U 1 9 は、事前処理において E G R 弁を全閉させるとともに、排気絞り弁 1 7 の開度を再生に適した開度まで減少させてもよい。

【 0 1 6 1 】

この場合、E G R 通路を介して気筒 2 内へ導入される E G R ガス量は略零になるが、可変動弁機構を利用して内部 E G R を増加させることにより、E G R 率の変動（低下）を防止することができる。

【 0 1 6 2 】

内部 E G R を増加させる具体的方法としては、吸気弁の開弁時期を進角させることによりバルブオーバーラップを増加させる方法や、排気バルブの閉弁時期を進角させることにより気筒 2 内に残留する既燃ガスを増加させる方法等を例示することができる。

【 0 1 6 3 】

このように可変動弁機構を利用した場合は、再生要求の発生時に直ちに燃料添加弁 1 8 を作動させることができるため、再生処理の実行期間を一層短くすることが可能となる。

【 0 1 6 4 】

< 実施例 7 >

次に、本発明の第 7 の実施例について図 1 2 に基づいて説明する。ここでは、前述した第 1 の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

【 0 1 6 5 】

前述した第 1 の実施例では、排気絞り弁 1 7 の開度を減少させてから排気圧力が目標圧力に到達するまで燃料添加弁 1 8 の作動を禁止する例について述べたが、本実施例では、排気絞り弁 1 7 の開度を減少させてから排気温度が目標温度に到達するまで燃料添加弁 1 8 の作動を禁止する例について述べる。

10

20

30

40

50

【 0 1 6 6 】

図 1 2 は、本実施例における再生処理の実行手順を示すタイミングチャートである。本実施例の再生処理では、E C U 1 9 は、再生要求が発生した時点で吸気絞り弁及び E G R 弁の開度を変更せずに、排気絞り弁 1 7 の開度のみを減少させる。また、内燃機関 1 の運転状態は予混合燃焼運転を維持する。

【 0 1 6 7 】

この場合、排気絞り弁 1 7 の開度減少により、該排気絞り弁 1 7 より上流の排気温度が上昇する。E C U 1 9 は、排気温度（排気温度センサ 2 3 の測定値）が目標温度に到達すると、吸気絞り弁を全開させ、E G R 弁を全閉させ、更に燃料噴射パターンを予混合燃焼運転用のパターンから拡散燃焼運転用のパターンへ切り替える。

10

【 0 1 6 8 】

尚、上記した目標温度は、内燃機関 1 から排出される未燃燃料成分が排気浄化装置 8 で酸化する際の反応熱、及び排気絞り弁 1 7 の開度減少によって達成し得る排気温度の上限値であり、再生温度域より低い温度である。

【 0 1 6 9 】

また、排気温度が目標温度に到達した時には排気圧力も十分に高くなっている。このため、排気温度が目標温度に到達した時点で燃料添加弁 1 8 の作動が開始されても、供給燃料が排気浄化装置 8 をすり抜けることは殆どない。

【 0 1 7 0 】

しかしながら、排気温度が目標温度に到達した時点では E G R 弁が開弁しているため、供給燃料が E G R 通路を経て吸気通路 4 へ流れる虞がある。よって、E G R 弁の開度が全閉となるまで燃料添加弁 1 8 の作動開始を控えることが好ましい。

20

【 0 1 7 1 】

このような方法により再生処理が実行されると、排気絞り弁 1 7 の開度が減少された時点から排気温度が目標温度に到達する時点まで内燃機関 1 を予混合燃焼運転させることができるので、N O x 発生量の増加を低減することができる。

【 0 1 7 2 】

尚、本実施例では、再生要求が発生した時に排気絞り弁 1 7 の開度を減少させる例について述べたが、前述した第 6 の実施例のように再生要求が発生する前の事前処理として排気絞り弁 1 7 の開度を減少させるようにしてもよい。

30

【 0 1 7 3 】

この場合、再生要求発生後の早い時期に燃料添加弁 1 8 を作動させることが可能になるとともに、排気浄化装置 8 を再生温度域まで昇温させるために必要となる供給燃料量及び時間を少なくすることが可能になる。その結果、再生処理に起因した燃料消費量の増加を軽減することができるのと同時に、再生処理の実行期間を短くすることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 7 4 】

【 図 1 】本発明に係る内燃機関の排気浄化システムの概略構成を示す図である。

【 図 2 】内燃機関の予混合燃焼運転領域と拡散燃焼運転領域を示す図である。

【 図 3 】予混合燃焼運転時の燃料噴射パターンを示す図である。

40

【 図 4 】拡散燃焼運転時の燃料噴射パターンを示す図である。

【 図 5 】実施例 1 における再生処理の実行方法を示すタイミングチャートである。

【 図 6 】実施例 1 における再生処理ルーチンを示すフローチャートである。

【 図 7 】実施例 3 において内燃機関と吸気通路との接続部近傍の構成を示す図である。

【 図 8 】実施例 3 における再生処理の実行方法を示すタイミングチャートである。

【 図 9 】実施例 3 における再生処理ルーチンを示すフローチャートである。

【 図 1 0 】実施例 6 における再生処理の実行方法を示すタイミングチャートである。

【 図 1 1 】実施例 6 における再生処理ルーチンを示すフローチャートである。

【 図 1 2 】実施例 7 における再生処理の実行方法を示すタイミングチャートである。

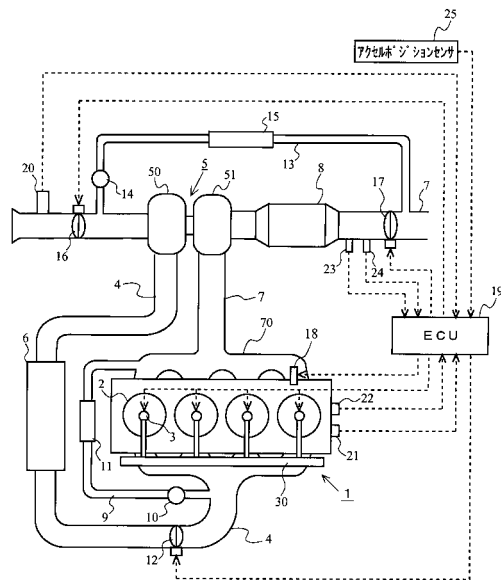
【 符号の説明 】

50

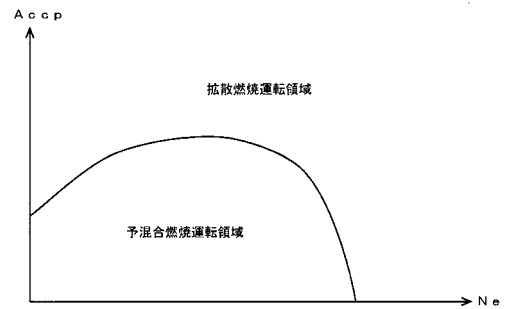
【 0 1 7 5 】

- 1 内燃機関
- 2 気筒
- 3 燃料噴射弁
- 4 吸気通路
- 5 遠心過給機 (ターボチャージャ)
- 7 排気通路
- 8 排気浄化装置
- 9 高圧EGR通路
- 10 高圧EGR弁 10
- 11 高圧EGRクーラ
- 12 第2吸気絞り弁
- 13 低圧EGR通路
- 14 低圧EGR弁
- 15 低圧EGRクーラ
- 16 第1吸気絞り弁
- 17 排気絞り弁
- 18 燃料添加弁
- 19 ECU
- 20 エアフローメータ 20
- 23 排気温度センサ
- 24 排気圧センサ
- 26 気流制御弁

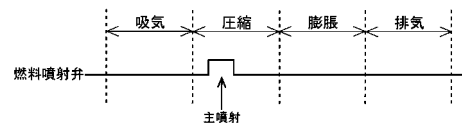
【 図 1 】



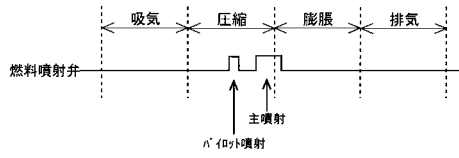
【 図 2 】



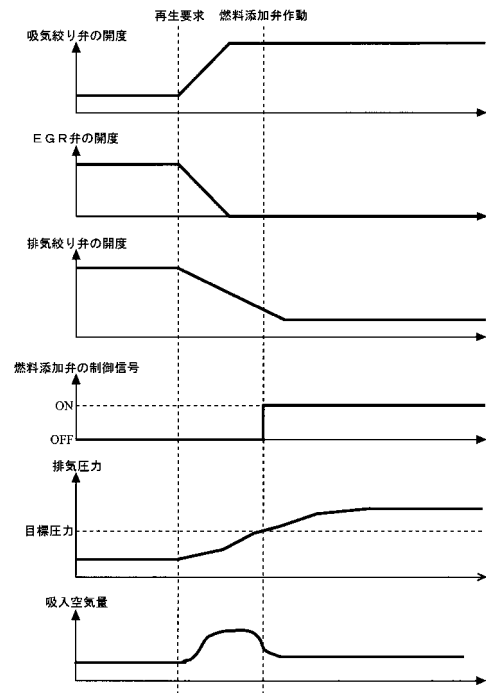
【 図 3 】



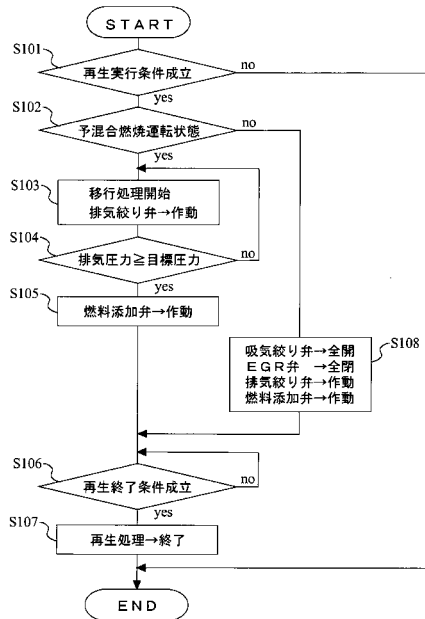
【図4】



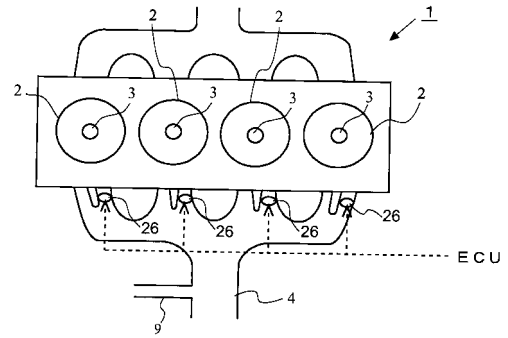
【図5】



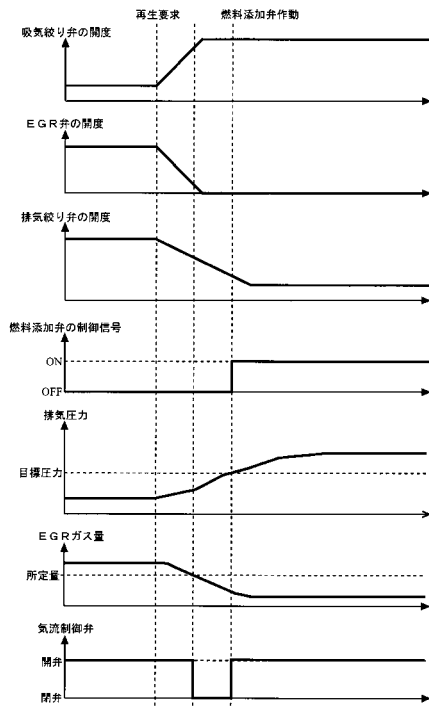
【図6】



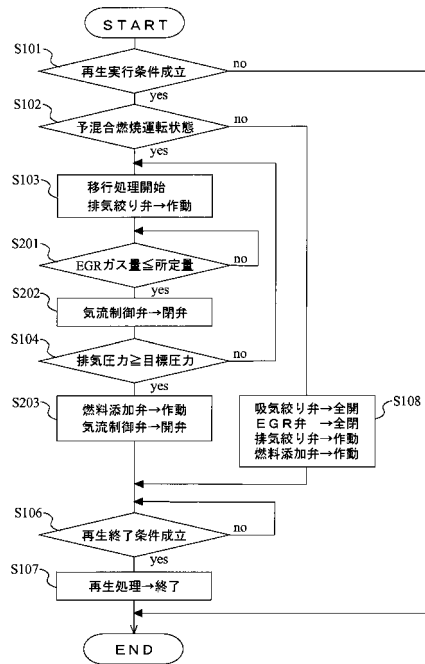
【図7】



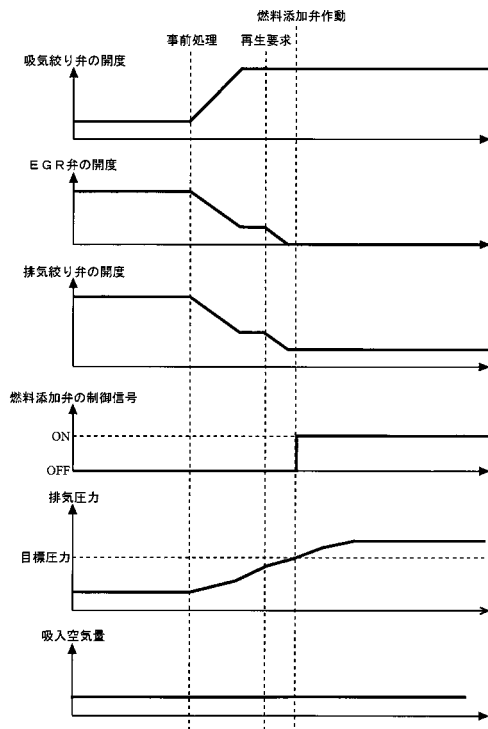
【図8】



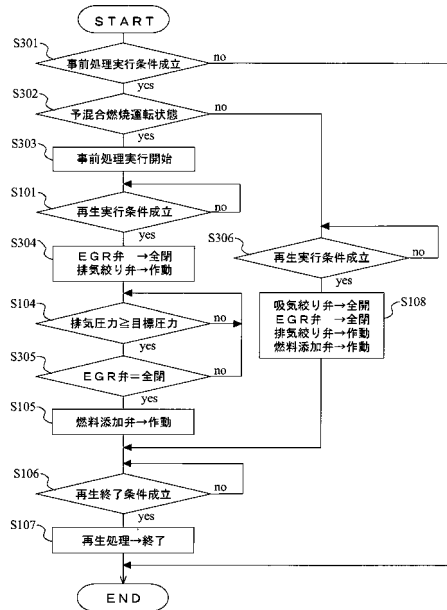
【図9】



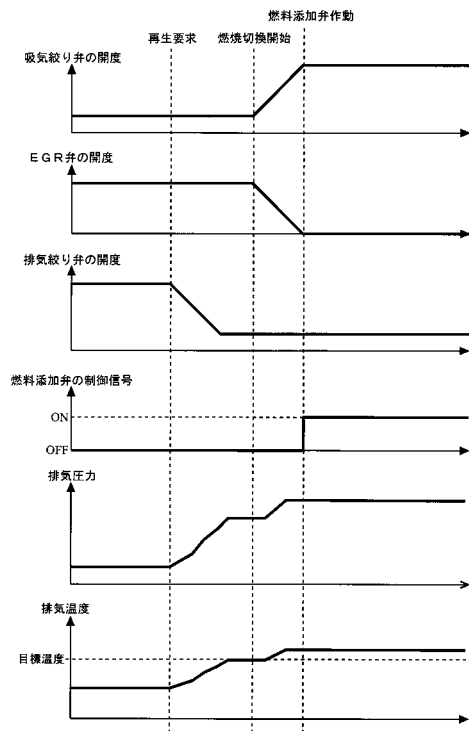
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 1 N 3/08 B
F 0 1 N 3/24 R
F 0 1 N 3/24 S

(74)代理人 100143797
弁理士 宮下 文徳
(72)発明者 金子 智洋
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 藤原 清
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 小山 崇
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 二之湯 正俊

(56)参考文献 特開2003-097256(JP,A)
特開2003-343287(JP,A)
特開2003-065116(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 1 N 3 / 0 0 - 3 / 3 8
F 0 1 N 9 / 0 0
B 0 1 D 5 3 / 8 6
B 0 1 D 5 3 / 9 4