

(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2010-24951

(P2010-24951A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2D 41/34 C	3G092
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 13/02 J	3G301
FO2D 21/08 (2006.01)	FO2D 13/02 K	
	FO2D 13/02 H	
	FO2D 21/08 301C	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)		

(21) 出願番号 特願2008-187099 (P2008-187099)
 (22) 出願日 平成20年7月18日 (2008.7.18)

(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

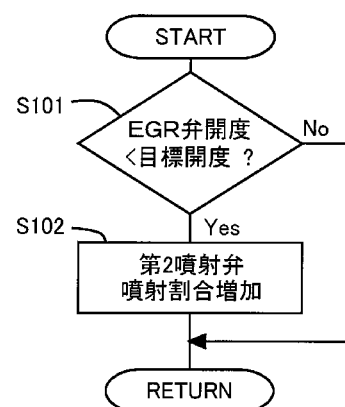
(54) 【発明の名称】 内燃機関のEGR装置

(57) 【要約】

【課題】内燃機関のEGR装置において、EGRガス量が減少したときに燃料噴射弁で目詰まりが起こることを抑制できる技術を提供する。

【解決手段】内燃機関の排気通路と吸気通路とを接続するEGR通路と、EGR通路で開閉するEGR弁と、内燃機関の気筒外の吸気中へ燃料を噴射する第1噴射弁と、内燃機関の気筒内へ燃料を噴射する第2噴射弁と、EGR弁の開度が目標開度よりも小さい場合に、全燃料噴射量に対する第1噴射弁からの燃料噴射量の割合を減少させ且つ第2噴射弁からの燃料噴射量の割合を増加させる割合変更手段と、を備える。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の排気通路と吸気通路とを接続する E G R 通路と、
前記 E G R 通路で開閉する E G R 弁と、
内燃機関の気筒外の吸気中へ燃料を噴射する第 1 噴射弁と、
内燃機関の気筒内へ燃料を噴射する第 2 噴射弁と、
前記 E G R 弁の開度が目標開度に合わないときであって該目標開度よりも小さい場合には、前記 E G R 弁の開度が目標開度に合っているときと比較して、全燃料噴射量に対する前記第 1 噴射弁からの燃料噴射量の割合を減少させ且つ前記第 2 噴射弁からの燃料噴射量の割合を増加させる割合変更手段と、
を備えることを特徴とする内燃機関の E G R 装置。

10

【請求項 2】

前記内燃機関の気筒内の温度を推定する推定手段を備え、
前記割合変更手段は、気筒内の温度に基づいて全燃料噴射量に対する前記第 1 噴射弁及び前記第 2 噴射弁からの燃料噴射量の割合を変更することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の E G R 装置。

【請求項 3】

前記内燃機関の吸気弁と排気弁とが同時に開弁している期間であるオーバーラップ期間の長さを変更するオーバーラップ期間変更手段を備え、
前記割合変更手段により全燃料噴射量に対する前記第 1 噴射弁及び前記第 2 噴射弁からの燃料噴射量の割合を変更するときには、変更しないときよりも、前記オーバーラップ期間を長くすることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の E G R 装置。

20

【請求項 4】

前記オーバーラップ期間は、内燃機関の高負荷運転領域よりも低負荷運転領域のほうを長くすることを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の E G R 装置。

【請求項 5】

前記オーバーラップ期間は、前記第 1 噴射弁及び前記第 2 噴射弁からの燃料噴射量の総量が規定値以下のときに長くすることを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の E G R 装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の E G R 装置に関する。

【背景技術】

【0002】

E G R ガス量が目標値よりも少なくなるような状態で E G R 弁が作動しなくなった場合に、ノッキングの発生を抑制するべく空燃比をリーン側に制御する技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0003】

ここで、E G R ガス量が減少すると N O x の発生量が増加する。この N O x が燃料と反応すると、デポジットが生成される。そして、気筒内へ燃料を噴射する燃料噴射弁を備えている場合には、該燃料噴射弁の噴孔に残留している燃料が N O x と反応することによりデポジットが生成され、該噴孔で目詰まりが起こる虞がある。なお、温度が高いほど、また N O x の発生量が多いほど、デポジットが生成し易くなる。

40

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 1 0 0 5 2 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 7 - 5 6 7 3 0 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 6 - 5 7 5 3 8 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 4 - 2 8 5 8 6 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 4 】

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 E G R 装置において、E G R ガス量が減少したときに燃料噴射弁で目詰まりが起こることを抑制でき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】

【 0 0 0 5 】

上記課題を達成するために本発明による内燃機関の E G R 装置は、以下の手段を採用した。すなわち、本発明による内燃機関の E G R 装置は、

内燃機関の排気通路と吸気通路とを接続する E G R 通路と、

前記 E G R 通路で開閉する E G R 弁と、

内燃機関の気筒外の吸気中へ燃料を噴射する第 1 噴射弁と、

内燃機関の気筒内へ燃料を噴射する第 2 噴射弁と、

前記 E G R 弁の開度が目標開度に合わないときであって該目標開度よりも小さい場合には、前記 E G R 弁の開度が目標開度に合っているときと比較して、全燃料噴射量に対する前記第 1 噴射弁からの燃料噴射量の割合を減少させ且つ前記第 2 噴射弁からの燃料噴射量の割合を増加させる割合変更手段と、

を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 6 】

E G R 弁の目標開度は、内燃機関の運転状態（例えば機関回転数及び機関負荷）に基づいて決定される。E G R 弁の開度が目標開度に合わないときであって、目標開度よりも小さい場合には、E G R ガス量が不足するため、N O x の発生量が多くなる。

【 0 0 0 7 】

また、内燃機関の運転状態に基づいて、第 1 噴射弁及び第 2 噴射弁からの燃料噴射量の総量が決定される。この燃料噴射量の総量を、第 1 噴射弁の分と第 2 噴射弁の分とに分けて夫々の噴射弁から燃料噴射が行われる。E G R 弁の開度が目標開度に一致しているときには、燃料噴射量の総量に対する夫々の噴射弁から噴射される燃料の割合も、内燃機関の運転状態に基づいて決定される。

【 0 0 0 8 】

ここで、第 2 噴射弁は気筒内に燃料を噴射するため、その噴孔が気筒内の燃焼ガスに晒される。つまり、N O x が増加すると、第 2 噴射弁の噴孔で目詰まりが起こる虞がある。これに対し第 2 噴射弁からの燃料噴射量を増加するべく、第 2 噴射弁からの燃料噴射量の割合を増加させれば、第 2 噴射弁の噴孔の温度を低下させることができるため、デポジットの生成を抑制することができる。

【 0 0 0 9 】

一方、第 1 噴射弁は吸気中に燃料を噴射するため、N O x の増加の影響を受け難い。つまり、N O x の発生量が増加したとしても、第 1 噴射弁の噴孔で目詰まりは発生し難い。そのため、第 1 噴射弁からの燃料噴射量の割合を減少させても、第 1 噴射弁の噴孔で目詰まりが起こることはほとんどない。また、第 2 噴射弁からの燃料噴射量の割合を増加させたときに、第 1 噴射弁からの燃料噴射量の割合を減少させることにより、燃料噴射量の総量を一定とすることができる。

【 0 0 1 0 】

本発明においては、前記内燃機関の気筒内の温度を推定する推定手段を備え、

前記割合変更手段は、気筒内の温度に基づいて全燃料噴射量に対する前記第 1 噴射弁及び前記第 2 噴射弁からの燃料噴射量の割合を変更することができる。

【 0 0 1 1 】

つまり、気筒内の温度が高いほどデポジットが生成し易くなるため、気筒内の温度に応じて燃料噴射量の割合を変更すれば、デポジットの生成を抑制するような燃料噴射量の割合とすることができる。例えば、気筒内の温度が高くなるほど、第 2 噴射弁からの燃料噴射量の割合を高くする。また、例えば気筒内の温度が所定値以上のときに第 2 噴射弁からの燃料噴射量の割合を高くする。なお、気筒内の温度に代えて、N O x の生成量または第

10

20

30

40

50

2 噴射弁の温度、さらには第2 噴射弁の噴孔または先端の温度、燃焼温度、既燃ガスの温度としても良い。つまり、デポジットの生成のし易さと相関関係にある数値を取得して、この数値に応じて燃料噴射の割合を変更すれば良い。また、気筒内の温度を代表する値として、これらの値を用いても良い。

【0012】

本発明においては、前記内燃機関の吸気弁と排気弁とが同時に開弁している期間であるオーバーラップ期間の長さを変更するオーバーラップ期間変更手段を備え、

前記割合変更手段により全燃料噴射量に対する前記第1 噴射弁及び前記第2 噴射弁からの燃料噴射量の割合を変更するときには、変更しないときよりも、前記オーバーラップ期間を長くすることができる。

10

【0013】

第2 噴射弁の目詰まりが起こらない場合には、オーバーラップ期間は、内燃機関の運転状態に応じて決定される。一方、オーバーラップ期間を長くすると、吸気ポートまたは排気ポートに排出された既燃ガスをもう一度気筒内へ取り込む内部EGRガスの量が増加するため、気筒内の温度を低下させることができる。これにより、 NO_x の生成量を減少させることができる。また、EGRガスを補うことができるため、燃費を向上させることができる。例えば、排気弁の閉弁時期を排気上死点よりも早くすると、吸気通路側に吹き返す既燃ガスの量が増加し、この既燃ガスは吸気行程で気筒内に吸入される。そのため、気筒内に残留する既燃ガスが多くなる。また、排気弁の閉弁時期を排気上死点よりも遅くすると、排気通路に一旦排出された既燃ガスが吸気行程で気筒内に逆流する。そのため、気筒内に残留する既燃ガスが多くなる。このようにして、内部EGR量を増加させることができる。

20

【0014】

本発明においては、前記オーバーラップ期間は、内燃機関の高負荷運転領域よりも低負荷運転領域のほうを長くすることができる。

【0015】

内燃機関の高負荷運転領域では、気筒内から吸気ポートへ吹き返すガス量が多くなるため、吸気ポートにデポジットが付着し易くなる。そこで、吸気ポートにデポジットが付着し易くなるときには、オーバーラップ期間を相対的に短くする。なお、低負荷運転領域のみでオーバーラップ期間を長くしても良い。また、低負荷運転領域のみでオーバーラップ期間が存在するようにしても良い。さらに、負荷に応じてオーバーラップ期間を徐々に変更しても良く、段階的に変更しても良い。なお、オーバーラップ期間を長くしているときには、第2 噴射弁からの燃料噴射量の増加を禁止しても良く、併用しても良い。

30

【0016】

また、本発明においては、前記オーバーラップ期間は、前記第1 噴射弁及び前記第2 噴射弁からの燃料噴射量の総量が規定値以下のときに長くすることができる。

【0017】

燃料噴射量の総量が多くなる運転状態では、気筒内から吸気ポートへ吹き返すガス量が多くなるため、吸気ポートにデポジットが付着し易くなる。これに対し、燃料噴射量の総量が規定値以下のときに限りオーバーラップ期間を長くすれば、吸気ポートにデポジットが付着することを抑制できる。なお、規定値とは、吸気ポートにデポジットが付着することを抑制できる燃料噴射量の総量であり、オーバーラップ期間に応じて決定しても良い。また、オーバーラップ期間は、前記第1 噴射弁及び前記第2 噴射弁からの燃料噴射量の総量が規定値以下のときのほうが、規定値より多いときよりも、長くしても良い。さらに、燃料噴射量の総量に応じてオーバーラップ期間を徐々に変更しても良く、段階的に変更しても良い。なお、オーバーラップ期間を長くしているときには、第2 噴射弁からの燃料噴射量の増加を禁止しても良く、併用しても良い。

40

【0018】

なお本発明においては、低負荷運転領域のとき、または燃料噴射量の総量が規定値以下のときに、主にオーバーラップ期間を長くし、それ以外のときには、主に第2 噴射弁から

50

の燃料噴射量の割合を増加させることにより第２噴射弁で目詰まりが起こることを抑制してもよい。このようにすることで、低負荷運転領域のとき、または燃料噴射量の総量が規定値以下のときに燃費を向上させることができる。それ以外のときには、吸気ポートにPMが付着することを抑制できる。主にオーバーラップ期間を長くするとは、オーバーラップ期間を許容範囲内で可及的に長くし、それでも第２噴射弁で目詰まりが起こる虞があるときには、第２噴射弁からの燃料噴射量の割合を増加させることを意味する。同様に、主に第２噴射弁からの燃料噴射量の割合を増加させるとは、第２噴射弁からの燃料噴射量の割合を許容範囲内で可及的に増加させ、それでも第２噴射弁で目詰まりが起こる虞があるときには、オーバーラップ期間を長くすることを意味する。

【発明の効果】

10

【００１９】

本発明に係る内燃機関のEGR装置によれば、EGRガス量が減少したときに燃料噴射弁で目詰まりが起こることを抑制できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２０】

以下、本発明に係る内燃機関のEGR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】

【００２１】

図１は、本実施例に係る内燃機関１の概略構成を表す図である。なお、本実施例においては、内燃機関１を簡潔に表示するため、一部の構成要素の表示を省略している。

20

【００２２】

気筒２内の燃焼室には、シリンダヘッド１０に設けられた吸気ポート３を介して吸気管４が接続されている。気筒２への吸気の流入は吸気弁５によって制御される。吸気弁５の開閉は、吸気側カム６の回転駆動によって制御される。また、シリンダヘッド１０に設けられた排気ポート７を介して、排気管８が接続されている。気筒２外への排気の排出は排気弁９によって制御される。排気弁９の開閉は排気側カム１１の回転駆動によって制御される。

【００２３】

そして、内燃機関１のクランクシャフト１３にコンロッド１４を介して連結されたピストン１５が、気筒２内で往復運動を行う。

30

【００２４】

また、吸気管４の途中には、該吸気管４を流れる吸気量を調整する吸気絞り弁１６が備えられている。吸気絞り弁１６よりも上流の吸気管４には、該吸気管内を流れる空気量に応じた信号を出力するエアフロメータ９５が取り付けられている。このエアフロメータ９５により内燃機関１の吸入空気量が検出される。

【００２５】

さらに、排気管８の途中には、該排気管８内を流れる排気の温度に応じた信号を出力する排気温度センサ９３が取り付けられている。

【００２６】

40

また、内燃機関１には、排気管８内を流通する排気の一部（以下、EGRガスという。）を吸気管４へ再循環させるEGR装置３０が備えられている。このEGR装置３０は、EGR通路３１、EGR弁３２を備えて構成されている。EGR通路３１は、排気管８と、吸気絞り弁１６よりも下流の吸気管４と、を接続している。このEGR通路３１を通して、EGRガスが再循環される。また、EGR弁３２は、EGR通路３１の通路断面積を調整することにより、該EGR通路３１を流れるEGRガスの量を調整する。EGR弁３２には、該EGR弁３２の開度を測定する開度センサ３３が取り付けられている。

【００２７】

また、内燃機関１の近傍の吸気管４には、燃料を吸気ポート３へ向けて噴射する第１噴射弁８１が取り付けられている。また、内燃機関１には、気筒２内へ燃料を噴射する第２

50

噴射弁 8 2 が取り付けられている。

【 0 0 2 8 】

次に、吸気弁 5 および排気弁 9 の開閉は、開閉機構により行われる。ここで、吸気弁 5 の開閉動作は吸気側カム 6 によって行われる。この吸気側カム 6 は吸気側カムシャフト 2 2 に取り付けられ、更に吸気側カムシャフト 2 2 の端部には吸気側プーリ 2 4 が設けられている。更に、吸気側カムシャフト 2 2 と吸気側プーリ 2 4 との相対的な回転位相を変更可能とする可変回転位相機構（以下、「吸気側 V V T」という）2 3 が設けられている。この吸気側 V V T 2 3 は、E C U 9 0 からの指令に従って吸気側カムシャフト 2 2 と吸気側プーリ 2 4 との相対的な回転位相を制御する。

【 0 0 2 9 】

また、排気弁 9 の開閉動作は排気側カム 1 1 によって行われる。この排気側カム 1 1 は排気側カムシャフト 2 5 に取り付けられ、更に排気側カムシャフト 2 5 の端部には排気側プーリ 2 7 が設けられている。更に、排気側カムシャフト 2 5 と排気側プーリ 2 7 との相対的な回転位相を変更可能とする可変回転位相機構（以下、「排気側 V V T」という）2 6 が設けられている。この排気側 V V T 2 6 は、E C U 9 0 からの指令に従って排気側カムシャフト 2 5 と排気側プーリ 2 7 との相対的な回転位相を制御する。

【 0 0 3 0 】

そして、吸気側カムシャフト 2 2 と排気側カムシャフト 2 5 の回転駆動は、クランクシャフト 1 3 の駆動力によって行われる。

【 0 0 3 1 】

このようにして、クランクシャフト 1 3 の駆動力によって吸気側カムシャフト 2 2 および排気側カムシャフト 2 5 が回転駆動されて、以て吸気側カム 6 および排気側カム 1 1 によって、吸気弁 5 および排気弁 9 の開閉動作が行われる。そして、吸気側 V V T 2 3 によれば、吸気弁 5 の開閉時期を変更することができる。また、排気側 V V T 2 6 によれば、排気弁 9 の開閉時期を変更することができる。つまり、吸気側 V V T 2 3 または排気側 V V T 2 6 の少なくとも一方により、オーバーラップ期間を変更することができる。なお、本実施例においては吸気側 V V T 2 3 または排気側 V V T 2 6 の少なくとも一方が、本発明におけるオーバーラップ期間変更手段に相当する。

【 0 0 3 2 】

さらに、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 E C U 9 0 が併設されている。この E C U 9 0 は、C P U の他、各種のプログラム及びマップを記憶する R O M、R A M 等を備えており、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ユニットである。

【 0 0 3 3 】

ここで、上記各種センサの他、アクセル開度センサ 9 1 およびクランクポジションセンサ 9 2 が E C U 9 0 と電氣的に接続されている。E C U 9 0 はアクセル開度センサ 9 1 からアクセル開度に応じた信号を受け取り、この信号に応じて内燃機関 1 に要求される機関負荷等を算出する。また、E C U 9 0 はクランクポジションセンサ 9 2 から内燃機関 1 の出力軸の回転角に応じた信号を受け取り、内燃機関 1 の機関回転速度を算出する。

【 0 0 3 4 】

そして、本実施例では、E G R 弁 3 2 が故障したり、P M が付着したりする等により作動しなくなった場合や、目標開度に合わせることができなくなった場合であって、実際の開度が目標開度よりも小さい場合に、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量を増加させ、第 1 噴射弁 8 1 からの燃料噴射量を減少させる。このときに、燃料噴射量の総量は変化させないようにする。つまり、全燃料噴射量に対する第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合を増加させる。なお、E G R 弁 3 2 の目標開度、燃料噴射量の総量、及び変更前の燃料噴射量の割合は、内燃機関 1 の運転状態に応じて決定される。

【 0 0 3 5 】

第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合を増加させることにより、第 2 噴射弁 8 2 からは、より多くの燃料が噴射される。燃料が噴射される際に該燃料が第 2 噴射弁 8 2 から熱

10

20

30

40

50

を奪うため、第２噴射弁８２からの燃料噴射量を増加させることにより、第２噴射弁８２の温度をより下降させることができる。

【００３６】

このようにして第２噴射弁８２の温度が下降すれば、該第２噴射弁８２の噴孔でデポジットが生成されることを抑制できるため、該噴孔で目詰まりが起こることを抑制できる。

【００３７】

図２は、本実施例における制御フローを示したフローチャートである。本ルーチンはＥＣＵ９０により所定の時間毎に繰り返し実行される。

【００３８】

ステップＳ１０１では、ＥＧＲ弁３２の実際の開度が目標開度よりも小さいか否か判定される。つまり、ＥＧＲガス量が不足する状態であるか否か判定される。なお、ＥＧＲ弁３２が全閉のまま作動しないか否か判定しても良い。判定は、ＥＣＵ９０により設定される目標開度と、開度センサ３３により測定される実際の開度とを比較することにより行う。ステップＳ１０１で肯定判定がなされた場合にはステップＳ１０２へ進み、否定判定がなされた場合には本ルーチンを一旦終了させる。なお、否定判定がなされた場合には、第１噴射弁８１及び第２噴射弁８２からの燃料噴射量を、内燃機関１の運転状態に応じて決定する。

10

【００３９】

ステップＳ１０２では、第２噴射弁８２からの燃料噴射量の割合を増加させる。つまり、第１噴射弁８１及び第２噴射弁８２からの燃料噴射量の総量に占める第２噴射弁８２からの燃料噴射量の割合を増加させる。このときには、規定の割合だけ増加させても良い。なお、本実施例においてはステップＳ１０２を処理するＥＣＵ９０が、本発明における割合変更手段に相当する。

20

【００４０】

このようにして、ＥＧＲガス量が不足しても、該第２噴射弁８２の温度を下降させることができるため、デポジットの生成を抑制することができる。これにより、第２噴射弁８２の噴孔で目詰まりが起こることを抑制できる。

【００４１】

なお、第２噴射弁８２からの燃料噴射量の割合を増加させるときには、気筒２内の温度に基づいて増加量を決定しても良い。この気筒２内の温度はデポジットの生成速度と関連する他の数値を用いたり、他の数値で代表したりしても良い。例えば、第２噴射弁８２の噴孔の温度としても良く、第２噴射弁８２の先端温度としても良く、ＮＯ_xの生成量としても良い。また、燃焼温度または既燃ガスの温度としても良い。これらは、例えば温度センサを用いて実際の温度を測定したり、内燃機関１の運転状態から温度を推定したりして得ることができる。排気温度センサ９３により得られる排気の温度に基づいて推定しても良い。また、ＮＯ_x濃度を測定するセンサを用いても良い。さらに、これらの温度やＮＯ_xの生成量は、機関回転数、機関負荷、点火時期、空燃比、ＥＧＲガス量、オーバーラップ期間等と相関関係にあるため、これらの値に基づいて温度等を推定することもできる。この関係は実験等により求めても良い。なお、本実施例においては気筒２内の温度を推定するＥＣＵ９０が、本発明における推定手段に相当する。

30

40

【００４２】

ここで、気筒２内の温度が高くなると、ＮＯ_xの生成量が増加する。また、温度が高くなるほど、ＮＯ_xと燃料との反応が促進されるためデポジットの生成速度が速くなる。つまり、気筒２内の温度が高くなると、デポジットが生成し易くなるため、第２噴射弁８２で目詰まりが起こり易くなる。

【００４３】

これに対し気筒２内の温度が高くなるほど、第２噴射弁８２からの燃料噴射量の割合を増加させれば、目詰まりが発生し易いときほど第２噴射弁８２の温度をより低くすることができるため、目詰まりの発生を抑制できる。また、燃料噴射量の割合の変更量を必要最低限に抑えることができるため、内燃機関１の運転状態に与える影響を小さくすることも

50

できる。気筒 2 内の温度と、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合との関係は予め実験等により最適値を求めておいても良い。

【 0 0 4 4 】

また、気筒 2 内の温度に応じて第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の下限値を設けても良い。この下限値は、目詰まりの発生を抑制し得る値に設定する。

【 0 0 4 5 】

図 3 は、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の下限値を設定するフローを示したフローチャートである。本ルーチンは、E C U 9 0 により所定の時間毎に繰り返し実行される。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 2 0 1 では、N O x 生成量が算出される。N O x 生成量は、機関回転数、機関負荷、点火時期、空燃比、E G R ガス量、オーバーラップ期間等に応じて変化するため、これらの関係を予め求めておく。この関係に従って、E C U 9 0 は N O x 生成量を算出する。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 2 0 2 では、第 2 噴射弁 8 2 の先端温度の目標値を算出する。つまり、目詰まりの発生のし易さと関連する温度の目標値を算出する。これは、気筒 2 内の温度の目標値を算出しても良い。さらに、第 2 噴射弁 8 2 の先端温度を、噴孔の温度としても良い。

【 0 0 4 8 】

図 4 は、N O x 生成量と、第 2 噴射弁 8 2 の先端温度の目標値との関係を示した図である。第 2 噴射弁 8 2 の先端温度の目標値は、デポジットの生成量を抑制得る値として設定される。図 4 の実線よりも上側部分はデポジットの生成量が許容範囲を越える領域であり、図 4 の実線よりも下側部分はデポジットの生成量が許容範囲内となる領域である。つまり、図 4 の実線上の温度は、許容し得る先端温度の上限値となる。この関係は予め実験等により求める。図 4 によれば、現時点での N O x 生成量に基づいて、第 2 噴射弁 8 2 の目詰まりを抑制し得る先端温度の上限値を得ることができる。そして、この上限値を目標値とする。つまり、ステップ S 2 0 1 で算出した N O x 生成量を図 4 に代入することで、第 2 噴射弁 8 2 の先端温度の目標値を得る。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 2 0 3 では、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の下限値を算出する。

【 0 0 5 0 】

図 5 は、第 2 噴射弁 8 2 の先端温度の目標値と、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の下限値との関係を示した図である。第 2 噴射弁 8 2 の先端温度の目標値が高いほど、N O x 生成量が少ないため、第 2 噴射弁 8 2 の目詰まりが起こり難くなるので、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射の割合は低くなる。この関係は予め実験等により求めることができる。ステップ S 2 0 2 で算出した第 2 噴射弁 8 2 の先端温度の目標値を図 5 に代入することにより、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の下限値を得ることができる。

【 0 0 5 1 】

なお、第 2 噴射弁 8 2 の実際の先端温度は、機関回転数、機関負荷、点火時期、空燃比、E G R ガス量、オーバーラップ期間等と相関関係にあるため、これらの値に基づいて得ることができる。

【 0 0 5 2 】

このようにして得られる第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の下限値よりも、実際の割合が小さくならないように、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合を決定する。

【 0 0 5 3 】

以上説明したように本実施例によれば、E G R ガス量が不足するような状態であっても、第 2 噴射弁 8 2 の温度を下降させることで、該第 2 噴射弁 8 2 で目詰まりが起こることを抑制できる。また、N O x 生成量と第 2 噴射弁 8 2 の先端温度（気筒 2 内の温度としても良い）とに応じて、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の下限値を設定することができるため、より確実に目詰まりの発生を抑制できる。

10

20

30

40

50

【実施例 2】

【0054】

本実施例では、オーバーラップ期間を調節することにより気筒 2 内の温度を下降させて、第 2 噴射弁 8 2 の噴孔で目詰まりが起こることを抑制する。その他の装置は実施例 1 と同じため説明を省略する。

【0055】

ここで、オーバーラップ期間を長くすることにより、吸気ポート 3 に吹き返す既燃ガス量が多くなったり、排気ポート 7 から気筒 2 内へ逆流する既燃ガス量が多くなったりすると、内部 EGR ガス量が増加する。これにより、気筒 2 内の燃焼温度が低下するため、NOx の生成量が減少する。また、燃焼温度の低下により、第 2 噴射弁 8 2 の温度を低下させることもできる。

10

【0056】

つまり、オーバーラップ期間を長くすることにより、第 2 噴射弁 8 2 の噴孔においてデポジットが生成されることを抑制できるため、該噴孔で目詰まりが起こることを抑制できる。

【0057】

図 6 は、本実施例における制御フローを示したフローチャートである。本ルーチンは ECU 9 0 により所定の時間毎に繰り返し実行される。

【0058】

ステップ S 3 0 1 では、EGR 弁 3 2 の実際の開度が目標開度よりも小さいか否か判定される。ここでは、ステップ S 1 0 1 と同じ処理がなされる。ステップ S 3 0 1 で肯定判定がなされた場合にはステップ S 3 0 2 へ進み、否定判定がなされた場合には本ルーチンを一旦終了させる。なお、否定判定がなされた場合には、オーバーラップ期間を、内燃機関 1 の運転状態に応じて決定する。

20

【0059】

ステップ S 3 0 2 では、オーバーラップ期間が長くされる。つまり、内燃機関 1 の運転状態に応じて決定されるオーバーラップ期間よりも長くする。同時に、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合を増加させてもよい。このときには、オーバーラップ期間を規定の期間だけ長くしても良い。

【0060】

このようにして、EGR ガス量が不足しても、該第 2 噴射弁 8 2 の温度を下降させることができるため、デポジットの生成を抑制することができる。これにより、第 2 噴射弁 8 2 の噴孔で目詰まりが起こることを抑制できる。

30

【0061】

なお、オーバーラップ期間を長くするときの度合いを、気筒 2 内の温度に基づいて決定しても良い。この気筒 2 内の温度はデポジットの生成速度と関連する他の数値を用いても良い。例えば、第 2 噴射弁 8 2 の噴孔または先端の温度としても良く、NOx の生成量としても良い。

【0062】

図 7 は、オーバーラップ期間を設定するフローを示したフローチャートである。本ルーチンは、ECU 9 0 により所定の時間毎に繰り返し実行される。

40

【0063】

ステップ S 4 0 1 では、NOx 生成量が算出される。NOx 生成量は、機関回転数、機関負荷、点火時期、空燃比、EGR ガス量、現時点でのオーバーラップ期間等に応じて変化するため、これらの関係を予め求めておく。この関係に従って、ECU 9 0 は NOx 生成量を算出する。なお、オーバーラップ期間が長くなるほど、NOx 生成量は少なくなる。

【0064】

ステップ S 4 0 2 では、第 2 噴射弁 8 2 の先端温度を算出する。つまり、目詰まりの起こり易さと関連する温度を算出する。気筒 2 内の温度を算出しても良い。また、第 2 噴射弁 8 2 の先端温度は、噴孔の温度としても良い。第 2 噴射弁 8 2 の先端温度は、機関回転

50

数、機関負荷、点火時期、空燃比、EGRガス量、現時点でのオーバーラップ期間等と相関関係にあるため、これらの値に基づいて得ることができる。なお、オーバーラップ期間が長くなるほど、第2噴射弁82の先端温度が低くなる。

【0065】

ステップS403では、オーバーラップ期間の目標値を算出する。ステップS401で得られるNOx生成量と、ステップS402で得られる第2噴射弁82の先端温度とからデポジットの生成速度を算出し、該生成速度から目詰まりを抑制し得るオーバーラップ期間を目標値として算出する。

【0066】

図8は、デポジットの生成速度とオーバーラップ期間の目標値との関係を示した図である。デポジットの生成速度は、NOx生成量と、第2噴射弁82の先端温度とに応じて変化するため、これらの関係を予め実験等により求めておく。この関係に基づいてデポジットの生成速度を算出して図8に代入すれば、オーバーラップ期間の目標値を得る事ができる。

10

【0067】

このようにして得られるオーバーラップ期間となるように、吸気側VV23及び排気側VV26を制御する

【0068】

以上説明したように本実施例によれば、EGRガス量が不足するような状態であっても、オーバーラップ期間を長くすることで、該第2噴射弁82の噴孔で目詰まりが起こることを抑制できる。また、NOx生成量と第2噴射弁82の先端温度（気筒2内の温度としても良い）とに応じて、オーバーラップ期間を設定することができるため、より確実に目詰まりの発生を抑制できる。

20

【実施例3】

【0069】

本実施例では、主に第2噴射弁82からの燃料噴射量の割合を増加させることにより目詰まりを抑制する運転領域と、主にオーバーラップ期間を長くすることにより目詰まりを抑制する運転領域と、を設定する。その他の装置は実施例1と同じため説明を省略する。

【0070】

ここで、内燃機関1が高負荷で運転されているときや、燃料噴射量の総量が多いときにはPMの生成量が多い。このときに、オーバーラップ期間を長くすると、気筒2内から吸気ポート3へ吹き返すガス中に含まれるPMが、吸気ポート3や吸気管4内に付着する虞がある。そこで、本実施例では、PMの発生量が閾値以上となる運転状態のときには、オーバーラップ期間を長くすることよりも、第2噴射弁82からの燃料噴射量の割合の増加を優先させる。

30

【0071】

一方、オーバーラップ期間を延長すると、内部EGRの効果により燃費が向上する。そこで、PMの発生量が閾値よりも少ない運転状態のときには、オーバーラップ期間を長くすることを優先させる。

【0072】

40

図9は、本実施例における制御フローを示したフローチャートである。本ルーチンはECU90により所定の時間毎に繰り返し実行される。

【0073】

ステップS501では、EGR弁32の実際の開度が目標開度よりも小さいか否か判定される。ここでは、ステップS101と同じ処理がなされる。ステップS501で肯定判定がなされた場合にはステップS502へ進み、否定判定がなされた場合には本ルーチンを一旦終了させる。なお、否定判定がなされた場合には、第1噴射弁81及び第2噴射弁82からの燃料噴射量と、オーバーラップ期間とを、内燃機関1の運転状態に応じて決定する。

【0074】

50

ステップ S 5 0 2 では、内燃機関 1 の運転状態に基づいて、オーバーラップ期間の延長と、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の増加と、の何れを優先させるのか決定する。

【 0 0 7 5 】

図 1 0 は、内燃機関 1 の運転状態である機関回転数及び機関負荷と、優先させる制御との関係を示した図である。A で示される運転領域は、低負荷領域であり、オーバーラップ期間の延長を優先させる。また、B で示される運転領域は、高負荷領域であり、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の増加を優先させる。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 5 0 3 では、オーバーラップ期間の延長を優先させる運転領域であるか否か判定する。ステップ S 5 0 3 で肯定判定がなされた場合にはステップ S 5 0 4 へ進み、否定判定がなされた場合にはステップ S 5 0 7 へ進む。

10

【 0 0 7 7 】

ステップ S 5 0 4 では、オーバーラップ期間が延長される。つまり、実施例 2 で説明した制御がなされる。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 5 0 5 では、デポジット生成速度が閾値よりも大きいか否か判定される。つまり、オーバーラップ期間の延長のみでは、第 2 噴射弁 8 2 の噴孔で目詰まりが起ることを防ぐことができないか否か判定される。閾値とは、第 2 噴射弁 8 2 の噴孔で目詰まりが発生しないデポジット生成速度の上限値である。ステップ S 5 0 5 で肯定判定がなされた場合にはステップ S 5 0 6 へ進み、否定判定がなされた場合には本ルーチンを一旦終了させる。

20

【 0 0 7 9 】

ステップ S 5 0 6 では、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合を増加させる。つまり、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の増加と、オーバーラップ期間の延長とを共に行う。このときには、主としてオーバーラップ期間の延長によりデポジットの生成速度を最大限遅くしつつ、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の増加によりデポジットの生成速度を閾値以下とする。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 5 0 7 では、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の増加のみを行う。つまり、実施例 1 で説明した制御がなされる。

30

【 0 0 8 1 】

ステップ S 5 0 8 では、デポジット生成速度が閾値よりも大きいか否か判定される。つまり、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の増加のみでは、第 2 噴射弁 8 2 の噴孔で目詰まりが起ることを防ぐことができないか否か判定される。ステップ S 5 0 8 で肯定判定がなされた場合にはステップ S 5 0 9 へ進み、否定判定がなされた場合には本ルーチンを一旦終了させる。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 5 0 9 では、オーバーラップ期間が延長される。つまり、第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の増加と、オーバーラップ期間の延長とを共に行う。このときには、主として第 2 噴射弁 8 2 からの燃料噴射量の割合の増加によりデポジットの生成速度を最大限遅くしつつ、オーバーラップ期間の延長によりデポジットの生成速度を閾値以下とする。

40

【 0 0 8 3 】

このようにして、第 2 噴射弁 8 2 の噴孔で目詰まりが発生しないようにする制御に優先順位をつけることにより、燃費の向上と、吸気ポート 3 等への P M の付着の抑制と、を両立させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 4 】

【 図 1 】 実施例に係る内燃機関の概略構成を表す図である。

50

【図 2】実施例 1 における制御フローを示したフローチャートである。

【図 3】第 2 噴射弁からの燃料噴射量の割合の下限值を設定するフローを示したフローチャートである。

【図 4】NO_x生成量と、第 2 噴射弁の先端温度の目標値との関係を示した図である。

【図 5】第 2 噴射弁の先端温度の目標値と、第 2 噴射弁からの燃料噴射量の割合の下限值との関係を示した図である。

【図 6】実施例 2 における制御フローを示したフローチャートである。

【図 7】オーバーラップ期間を設定するフローを示したフローチャートである。

【図 8】デポジットの生成速度とオーバーラップ期間の目標値との関係を示した図である。

10

【図 9】実施例 3 における制御フローを示したフローチャートである。

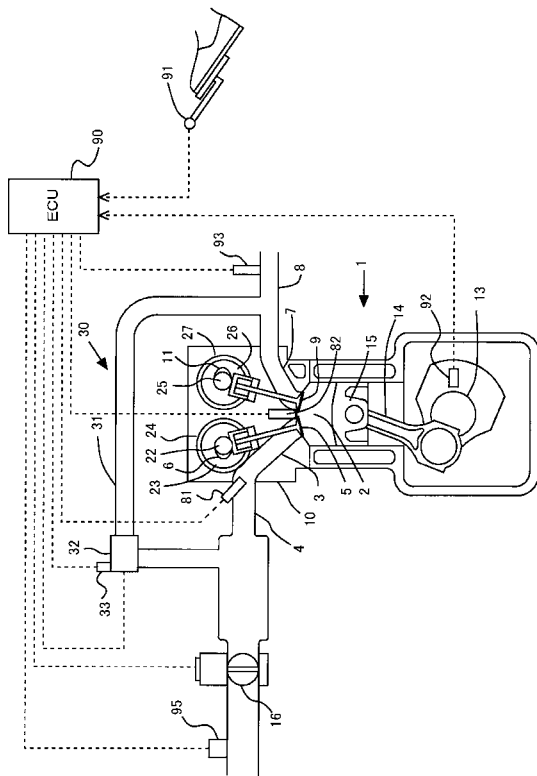
【図 10】内燃機関の運転状態である機関回転数及び機関負荷と、優先させる制御との関係を示した図である。

【符号の説明】

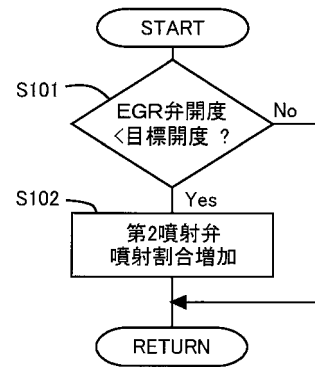
【0085】

1	内燃機関	
2	気筒	
3	吸気ポート	
4	吸気管	
5	吸気弁	20
6	吸気側カム	
7	排気ポート	
8	排気管	
9	排気弁	
10	シリンダヘッド	
11	排気側カム	
13	クランクシャフト	
14	コンロッド	
15	ピストン	
16	吸気絞り弁	30
22	吸気側カムシャフト	
23	吸気側 V V T	
24	吸気側プーリ	
25	排気側カムシャフト	
26	排気側 V V T	
27	排気側プーリ	
30	E G R 装置	
31	E G R 通路	
32	E G R 弁	
33	開度センサ	40
81	第 1 噴射弁	
82	第 2 噴射弁	
90	E C U	
91	アクセル開度センサ	
92	クランクポジションセンサ	
93	排気温度センサ	
95	エアフローメータ	

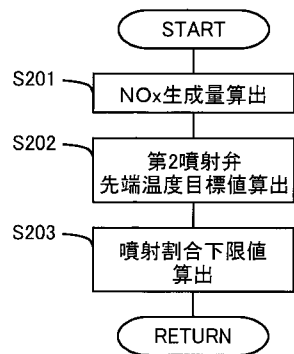
【図 1】



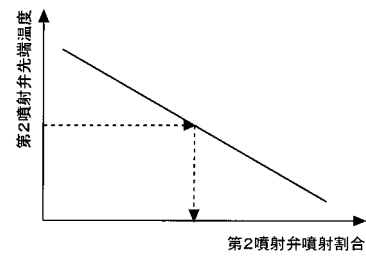
【図 2】



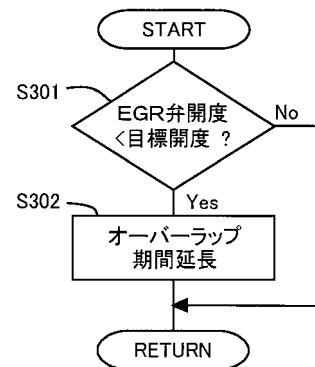
【図 3】



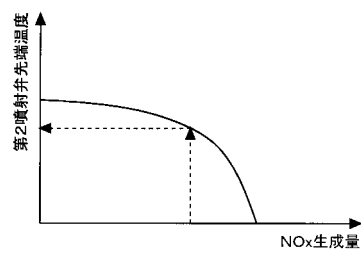
【図 5】



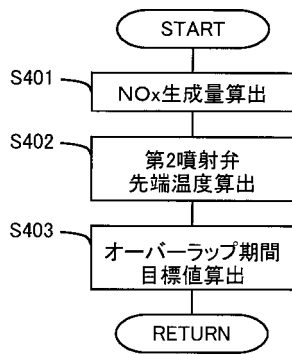
【図 6】



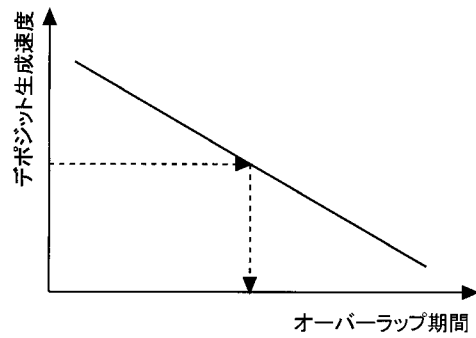
【図 4】



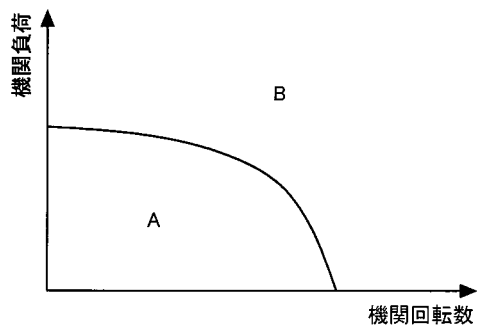
【図 7】



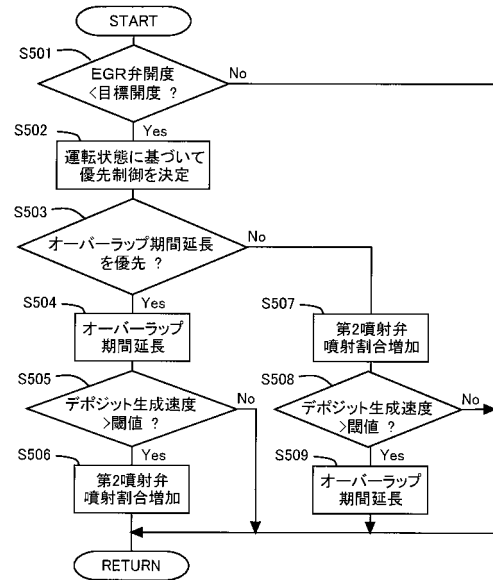
【図 8】



【図 10】



【図 9】



フロントページの続き

(74)代理人 100143797

弁理士 宮下 文徳

(72)発明者 細川 陽平

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) 3G092 AA01 AA08 AA11 AA17 BB12 DA08 DA12 DC09 DE02S DE03S
DE10S EA01 EA02 EA11 EB02 EC03 FA13 FA16 FA17 FA21
GA05 HA01Z HB01X HD01Z HD07X HD07Z HE03Z HF08Z
3G301 HA01 HA04 HA13 HA19 JA15 JA25 JA32 JB07 KA08 KA09
LB04 LB05 MA23 MA27 NA03 NA06 NC02 NE01 NE06 NE11
NE12 PA01Z PD11Z PD15A PD15Z PE03Z PE10A PF03Z