

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4297082号
(P4297082)

(45) 発行日 平成21年7月15日(2009.7.15)

(24) 登録日 平成21年4月24日(2009.4.24)

(51) Int.Cl.

F 1

F02D 13/02	(2006.01)	F 02 D	13/02	D
F01N 3/20	(2006.01)	F 01 N	3/20	Z A B E
F01N 3/24	(2006.01)	F 01 N	3/24	R
F02D 41/02	(2006.01)	F 02 D	41/02	3 O 1 H
F02D 41/04	(2006.01)	F 02 D	41/04	3 2 O

請求項の数 5 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2005-159778 (P2005-159778)

(22) 出願日

平成17年5月31日 (2005.5.31)

(65) 公開番号

特開2006-336503 (P2006-336503A)

(43) 公開日

平成18年12月14日 (2006.12.14)

審査請求日

平成19年2月7日 (2007.2.7)

(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 100106150

弁理士 高橋 英樹

(74) 代理人 100082175

弁理士 高田 守

(74) 代理人 100120499

弁理士 平山 淳

(74) 代理人 100113011

弁理士 大西 秀和

(72) 発明者 宮下 茂樹

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の空燃比制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

気筒群毎にリッチ燃焼又はリーン燃焼を実行可能な内燃機関の空燃比制御装置であって、

第1気筒群に接続された第1排気通路と、

第2気筒群に接続された第2排気通路と、

前記第1排気通路と第2排気通路との合流部よりも下流に配置されたNOx触媒と、

前記第1及び第2気筒群の各気筒に対して燃料を噴射する燃料噴射弁と、

前記各気筒の吸入空気量を可変とする吸入空気量可変機構と、

前記第1気筒群にリッチ燃焼又はリーン燃焼を実行させると共に、前記第2気筒群にリーン燃焼又はリッチ燃焼を実行させることにより、前記NOx触媒の硫黄被毒再生を実行する被毒再生実行手段と、

前記硫黄被毒再生を実行する際に、前記第1及び第2気筒群の各気筒の燃料噴射量を同一とし、前記吸入空気量可変機構を作動させることにより各気筒の吸入空気量を変更せしめる排気空燃比制御手段とを備えたことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項 2】

気筒群毎にリッチ燃焼又はリーン燃焼を実行可能な内燃機関の空燃比制御装置であって、

第1気筒群に接続された第1排気通路と、

第2気筒群に接続された第2排気通路と、

10

20

前記第1排気通路と第2排気通路との合流部よりも下流に配置されたNO_x触媒と、
前記第1及び第2気筒群の各気筒に対して燃料を噴射する燃料噴射弁と、
前記各気筒が有する吸気弁の開弁特性を可変とすることで、前記各気筒の吸入空気量を可変とする可変動弁機構と、

前記第1気筒群にリッチ燃焼又はリーン燃焼を実行させると共に、前記第2気筒群にリーン燃焼又はリッチ燃焼を実行させることにより、前記NO_x触媒の硫黄被毒再生を実行する被毒再生実行手段と、

前記硫黄被毒再生を実行する際に、前記第1及び第2気筒群の各気筒の燃料噴射量を同一とし、前記可変動弁機構を作動させることにより各気筒の吸入空気量を変更せしめる排気空燃比制御手段とを備えたことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。 10

【請求項3】

請求項1又は2に記載の内燃機関の空燃比制御装置において、
前記硫黄被毒再生を実行する際に、リッチ燃焼を実行する気筒群の点火時期をトルク及び燃料消費が最良となる点火時期とすると共に、リーン燃焼を実行する気筒群の点火時期をトルク及び燃料消費が最良となる点火時期よりも遅角させる点火時期制御手段を更に備えたことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項4】

請求項1から3の何れかに記載の内燃機関の空燃比制御装置において、
前記第1排気通路と前記第2排気通路との合流部よりも下流側の排気空燃比を取得する排気空燃比取得手段を更に備え、 20

前記排気空燃比制御手段は、前記硫黄被毒再生を実行する際に、前記排気空燃比取得手段により取得された排気空燃比が理論空燃比と一致しない場合には、各気筒の吸入空気量を更に変更せしめるものであることを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項5】

請求項1から4の何れかに記載の内燃機関の空燃比制御装置において、
前記NO_x触媒の下流に設けられ、排気空燃比を検出する排気センサを更に備え、
前記排気空燃比制御手段は、前記硫黄被毒再生を実行する際に、前記排気センサにより検出された排気空燃比が理論空燃比と一致しない場合には、各気筒の吸入空気量を更に変更せしめるものであることを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、気筒群毎にリッチ燃焼又はリーン燃焼を実行可能な内燃機関の空燃比制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

NO_x触媒の硫黄被毒再生を実行するために、気筒群毎に空燃比をリッチもしくはリーンにする方法が知られている。気筒群毎に空燃比をリッチもしくはリーンにするため、気筒群毎に燃料噴射量を変化させる装置が知られている（例えば、特許文献1参照。）。また、気筒群毎に空燃比をリッチもしくはリーンにするため、気筒群毎に燃料噴射量と吸入空気量とを変化させる装置が知られている（例えば、特許文献2参照。）。 40

【0003】

【特許文献1】特開2003-97259号公報

【特許文献2】特開2001-329872号公報

【特許文献3】特開2000-352310号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、NO_x触媒の硫黄被毒再生時に、NO_x触媒下流の排気空燃比をリッチにしておくと、未燃HC等のエミッションの排出量が増加してしまう。そこで、硫黄被毒再生

50

時のエミッション排出量を低減するため、NO_x触媒下流の排気空燃比を理論空燃比（ストイキ点）に制御することが望ましい。NO_x触媒下流の排気空燃比を精度良く制御するためには、通常のストイキ運転中に実行される空燃比制御で得られる空燃比学習値を利用することが好適である。この空燃比学習値は、エアフローメータのバラツキや、燃料噴射弁のバラツキ等を考慮して、燃料噴射量等を補正するための補正值である。

しかしながら、通常のストイキ運転では、上記特許文献1及び2のように、気筒群毎に燃焼噴射量を大きく変化させることができない。このため、気筒群毎に燃料噴射量を大きく変化させたときの空燃比学習値は取得されていない。よって、NO_x触媒の硫黄被毒再生時において、排気空燃比の制御に対して上記の空燃比学習値を利用することができない。その結果、NO_x触媒下流の排気空燃比の制御性を高めることができず、エミッション排出量を十分抑制することができなくなる。10

【0005】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、NO_x触媒の硫黄被毒再生時に、NO_x触媒下流の排気空燃比の制御性を高めることで、エミッション排出量を十分抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

第1の発明は、上記の目的を達成するため、気筒群毎にリッチ燃焼又はリーン燃焼を実行可能な内燃機関の空燃比制御装置であって、

第1気筒群に接続された第1排気通路と、20

第2気筒群に接続された第2排気通路と、

前記第1排気通路と第2排気通路との合流部よりも下流に配置されたNO_x触媒と、

前記第1及び第2気筒群の各気筒に対して燃料を噴射する燃料噴射弁と、

前記各気筒の吸入空気量を可変とする吸入空気量可変機構と、

前記第1気筒群にリッチ燃焼又はリーン燃焼を実行させると共に、前記第2気筒群にリーン燃焼又はリッチ燃焼を実行させることにより、前記NO_x触媒の硫黄被毒再生を実行する被毒再生実行手段と、

前記硫黄被毒再生を実行する際に、前記第1及び第2気筒群の各気筒の燃料噴射量を同一とし、前記吸入空気量可変機構を作動させることにより各気筒の吸入空気量を変更せしめる排気空燃比制御手段とを備えたことを特徴とする。30

【0007】

また、第2の発明は、気筒群毎にリッチ燃焼又はリーン燃焼を実行可能な内燃機関の空燃比制御装置であって、

第1気筒群に接続された第1排気通路と、

第2気筒群に接続された第2排気通路と、

前記第1排気通路と第2排気通路との合流部よりも下流に配置されたNO_x触媒と、

前記第1及び第2気筒群の各気筒に対して燃料を噴射する燃料噴射弁と、

前記各気筒が有する吸気弁の開弁特性を可変とすることで、前記各気筒の吸入空気量を可変とする可変動弁機構と、

前記第1気筒群にリッチ燃焼又はリーン燃焼を実行させると共に、前記第2気筒群にリーン燃焼又はリッチ燃焼を実行させることにより、前記NO_x触媒の硫黄被毒再生を実行する被毒再生実行手段と、40

前記硫黄被毒再生を実行する際に、前記第1及び第2気筒群の各気筒の燃料噴射量を同一とし、前記可変動弁機構を作動させることにより各気筒の吸入空気量を変更せしめる排気空燃比制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0008】

また、第3の発明は、第1又は第2の発明において、前記硫黄被毒再生を実行する際に、リッチ燃焼を実行する気筒群の点火時期をトルク及び燃料消費が最良となる点火時期と共に、リーン燃焼を実行する気筒群の点火時期をトルク及び燃料消費が最良となる点火時期よりも遅角させる点火時期制御手段を更に備えたことを特徴とする。50

【0009】

また、第4の発明は、第1から第3の何れかの発明において、前記第1排気通路と前記第2排気通路との合流部よりも下流側の排気空燃比を取得する排気空燃比取得手段を更に備え、

前記排気空燃比制御手段は、前記硫黄被毒再生を実行する際に、前記排気空燃比取得手段により取得された排気空燃比が理論空燃比と一致しない場合には、各気筒の吸入空気量を更に変更せしめるものであることを特徴とする。

【0010】

また、第5の発明は、第1から第4の何れかの発明において、前記NO_x触媒の下流に設けられ、排気空燃比を検出する排気センサを更に備え、

10

前記排気空燃比制御手段は、前記硫黄被毒再生を実行する際に、前記排気センサにより検出された排気空燃比が理論空燃比と一致しない場合には、各気筒の吸入空気量を更に変更せしめるものであることを特徴とする。

【発明の効果】**【0011】**

第1及び第2の発明によれば、硫黄被毒再生を実行する際に、第1及び第2気筒群の各気筒の燃料噴射量が略同一とされる。よって、排気空燃比制御手段による空燃比制御に、ストイキ運転時に取得された空燃比学習値を利用することができる。このため、硫黄被毒再生時の排気空燃比の制御性を高めることができるために、エミッション排出量を十分抑制することができる。

20

【0012】

第3の発明によれば、リッチ燃焼を実行する気筒群では、トルク及び燃料消費が最良となる点火時期と共に、リーン燃焼を実行する気筒群では、トルク及び燃料消費が最良となる点火時期よりも遅角側の点火時期とされる。よって、リーン燃焼を実行する気筒群のトルクを小さくすることができ、気筒間のトルクばらつきを抑制することができる。

【0013】

第4の発明によれば、吸入空気量可変機構（例えば、スロットル弁）や可変動弁機構の寸法ばらつき等の要因により、排気空燃比取得手段により取得された排気空燃比が理論空燃比と一致しない場合であっても、可変動弁機構により吸入空気量を更に変更することで、排気空燃比を精度良く制御することができる。

30

【0014】

第5の発明によれば、吸入空気量可変機構（例えば、スロットル弁）や可変動弁機構の寸法ばらつき等の要因により、排気センサにより検出された排気空燃比が理論空燃比と一致しない場合であっても、可変動弁機構により吸入空気量を更に変更することで、排気空燃比を精度良く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】**【0015】**

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。尚、各図において共通する要素には、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

40

【0016】

実施の形態1.

[システム構成の説明]

図1は、本発明の実施の形態1のシステム構成を説明するための図である。図2は、図1に示したシステムにおける気筒群を示す模式図である。図1に示すように、本実施の形態1のシステムは、内燃機関1を備えている。内燃機関1は、複数の気筒2を有している。図1には、複数気筒のうちの1気筒のみを示している。また、図2に示すように、複数の気筒2は、第1気筒群2aと、第2気筒群2bとを形成している。

【0017】

内燃機関1は、内部にピストン4を有するシリンダブロック6を備えている。ピストン

50

4は、クランク機構を介してクランクシャフト12と接続されている。クランクシャフト12の近傍には、クランク角センサ14が設けられている。クランク角センサ14は、クランクシャフト12の回転角度を検出するように構成されている。また、シリンダブロック6には水温センサ10が設けられている。水温センサ10は、内燃機関1を循環する冷却水の温度を検出するように構成されている。

【0018】

シリンダブロック6の上部にはシリンダヘッド8が組み付けられている。ピストン4上面からシリンダヘッド8までの空間は燃焼室16を形成している。シリンダヘッド8には、燃焼室16内の混合気に点火する点火プラグ18が設けられている。

【0019】

シリンダヘッド8は、燃焼室16と連通する吸気ポート20を備えている。吸気ポート20と燃焼室16との接続部には吸気バルブ22が設けられている。吸気バルブ22と吸気カムシャフト23との間には、可変動弁機構24が設けられている。吸気カムシャフト23は、図示しない連結機構を介してクランクシャフト12と連結されている。

【0020】

可変動弁機構24は、吸気バルブ22の作動特性（作用角及びリフト量）を変更可能に構成されている。具体的には、可変動弁機構24は、吸気カムシャフト23の吸気カム23aにより押圧される入力アーム24aと、ロッカーアーム24cを押圧する出力アーム24bとを備えている。さらに、可変動弁機構24は、コントロールシャフト24dを備えている。コントロールシャフト24dは、軸方向（図1においては、手前-奥行方向）に移動可能に構成されている。コントロールシャフト24dを移動させることにより、入力アーム24aと出力アーム24bとの位相差を変化させることができる。その結果、吸気バルブ22の作用角及びリフト量を変更することができ、燃焼室16内に吸入される空気量を変更することができる。

【0021】

吸気ポート20には、吸気通路28が接続されている。吸気ポート20の近傍には、該近傍に燃料を噴射するインジェクタ26が設けられている。吸気通路28の途中にはサービタンク30が設けられている。図2に示すように、第1気筒群2aの各気筒2に接続された第1吸気通路28aと、第2気筒群2bの各気筒2に接続された第1吸気通路28bとが、共通のサービタンク30に連通する。

【0022】

サービタンク30の上流にはスロットルバルブ32が設けられている。スロットルバルブ32は、スロットルモータ34により駆動される電子制御式のバルブである。スロットルバルブ32は、アクセル開度センサ38により検出されるアクセル開度AAに基づいて駆動されるものである。スロットルバルブ32の近傍には、スロットル開度センサ36が設けられている。スロットル開度センサ36は、スロットル開度TAを検出するように構成されている。スロットルバルブ32の上流には、エアフローメータ40が設けられている。エアフローメータ40は吸入空気量Gaを検出するように構成されている。エアフローメータ40の上流にはエアクリーナ42が設けられている。

【0023】

また、シリンダヘッド8は、燃焼室16と連通する排気ポート44を備えている。排気ポート44と燃焼室16との接続部には排気バルブ46が設けられている。排気バルブ46と排気カムシャフト47との間には、可変動弁機構48が設けられている。排気カムシャフト47は、図示しない連結機構を介してクランクシャフト12と連結されている。可変動弁機構48は、上記可変動弁機構24と同様に、排気バルブ46の作動特性（作用角及びリフト量）を変更可能に構成されている。

【0024】

排気ポート44には排気通路50が接続されている。排気通路50における内燃機関1に隣接した位置には、始動時触媒54が設けられている。始動時触媒54の下流には、NOx触媒56が設けられている。始動時触媒54は、例えば、三元触媒である。始動時触

10

20

30

40

50

媒54は、機関始動時に、NO_x触媒56に比して早期に活性化するように構成されている。NO_x触媒56は、排気ガス中のNO_xを吸収又は放出するように構成されている。

始動時触媒54の上流には、空燃比センサ52が設けられている。NO_x触媒56の下流には、空燃比センサ58が設けられている。空燃比センサ52, 58は、それぞれの配置位置における排気空燃比を検出するように構成されている。

【0025】

図2に示すように、第1気筒群2aに接続された第1排気通路50aに第1始動時触媒54aが設けられ、該第1始動時触媒54aの直前に第1空燃比センサ52aが設けられている。同様に、第2気筒群2bに接続された第2排気通路50bに第2始動時触媒54bが設けられ、該第2始動時触媒54bの直前に第2空燃比センサ52bが設けられている。第1排気通路50aと第2排気通路50bとの合流点よりも下流に、上記のNO_x触媒56及び空燃比センサ58が設けられている。

【0026】

また、本実施の形態のシステムは、制御装置としてのECU(Electronic Control Unit)60を備えている。ECU60の出力側には、点火プラグ18、可変動弁機構24, 48、インジェクタ26、スロットルモータ34等が接続されている。ECU60の入力側には、水温センサ10、クランク角センサ14、スロットル開度センサ36、アクセル開度センサ38、エアフロメータ40、空燃比センサ52(52a, 52b)、空燃比センサ58等が接続されている。ECU60は、各センサの出力に基づいて、燃料噴射制御や点火時期制御のような内燃機関全体の制御を実行する。

また、ECU60は、クランク角センサ14の出力に基づいて、機関回転数NEを算出する。

また、ECU60は、アクセル開度センサ38により検出されるアクセル開度AA等に基づいて、機関負荷KLを算出する。

また、ECU60は、可変動弁機構24, 48を駆動制御することにより、バルブ作動特性(作用角及びリフト量)を制御する。

また、ECU60は、通常のストイキ運転時に、空燃比のフィードバック制御を実行する。さらに、ECU60は、このフィードバック制御により得られた空燃比学習値を、機関負荷KLと対応させて記憶する(後述)。

【0027】

[実施の形態1の特徴]

上記システムのNO_x触媒56は、NO_xを吸収又は排出すると共に、排気ガスに含まれる硫黄分を吸収する。硫黄分を吸収量が多くなると、NO_x触媒56の性能(つまり、NO_x吸収能)が低下する。よって、所定の時期、例えば、一定走行距離毎に、NO_x触媒56の硫黄被毒再生を実行する必要がある。NO_x触媒56の硫黄被毒再生時には、NO_x触媒56の触媒床温を高温にしなければならない。

そこで、上記システムでは、気筒群2a, 2b毎にリッチ燃料又はリーン燃焼を実行する。以下、第1気筒群2aではリッチ燃焼を実行し、第2気筒群2bではリーン燃焼を実行する場合について説明する。かかるリッチ燃焼及びリーン燃焼を実行すると、第1気筒群2aから排出されたリッチな排気ガスと、第2気筒群2bから排出されたリーンな排気ガスが、NO_x触媒56に流入する。そして、NO_x触媒56において未燃HC、COが燃焼(酸化反応)することで、NO_x触媒床温が昇温する。

【0028】

ところで、NO_x触媒56の硫黄被毒再生を最も効率良く行うためには、NO_x触媒56の下流の排気空燃比をリッチにすることが好適である。しかし、NO_x触媒56の硫黄被毒再生時に、NO_x触媒下流の排気空燃比がリッチにしておくと、未燃HCやCO等のエミッションの排出量が増加してしまう。

そこで、本実施の形態1では、NO_x触媒56の硫黄被毒再生時に、エミッション排出量を十分抑制するために、NO_x触媒下流の排気空燃比を理論空燃比(ストイキ点)に制御する。NO_x触媒下流の排気空燃比の制御性を向上させるためには、通常のストイキ運

10

20

30

40

50

転時に取得される空燃比学習値を利用することができる望ましい。

【0029】

ここで、空燃比学習値について簡単に説明する。

上記システムでは、通常のストイキ運転時に、ストイキ点への空燃比フィードバック制御を実行している。このフィードバック制御では、エアフロメータ40のバラツキや、燃料噴射弁18のバラツキを吸収するため、燃料噴射量等が補正される。この燃料噴射量等の補正值を、空燃比学習値という。ここで、バラツキとは、エアフロメータ40や燃料噴射弁18の実際の特性と、設計値とのずれをいう。図3は、空燃比学習値を説明するための図である。

図3において、燃料噴射弁の設計値を符号Aで示す。設計値では、噴射量が噴射時間に10
対して比例している。しかし、実際には、符号B、Cで示すような特性となり、設計値に
対してずれが生じる。このずれは、上記排気空燃比に影響する。符号Bで示すような特性
を有する場合には、ゼロ点をマイナス補正すればよい。一方、符号Cで示すような特性を
有する場合には、一点で補正することができない。符号Cで示す特性を有する場合には、
噴射時間(つまり、機関負荷)を複数の領域1-4に区分けし、その領域毎に補正值(%)
を決定する。例えば、領域1では+4%、領域2では+2%、領域3では-3%、領域4
では-5%のような補正值(空燃比学習値)を決定する。

【0030】

既述したように、硫黄被毒再生を実行する際、従来の装置では、燃料噴射量を気筒群毎20
に変化せしめることで、気筒群毎にリッチ燃焼又はリーン燃料を実行している。この場合、
図3において、例えば、リッチ燃焼を実行する気筒群では領域4となり、リーン燃焼を
実行する気筒群では領域2となる場合がある。しかし、上記の空燃比学習値は、全ての気
筒の燃料噴射量が略一定であることを前提としたものである。従って、上記の従来の装置
において硫黄被毒再生を実行する場合には、空燃比学習値を利用することができない。この
ため、硫黄被毒再生時に排気空燃比の制御性を高めることができず、エミッション排出量を十分抑制することができない。

【0031】

そこで、本実施の形態1では、硫黄被毒再生時に、第1及び第2気筒群2a、2bの各30
気筒2の燃料噴射量を同一とすることで、上記空燃比学習値を利用可能とする。すなわち、
エアフロメータ40と燃料噴射弁18のバラツキを考慮した、燃料噴射量の補正が可能
となる。さらに、第1気筒群2aの吸入空気量と、第2気筒群2bの吸入空気量とを、エ
アフロメータの通過空気量を大きく変化させずに、可変動弁機構24を用いて異ならしめる。
すなわち、可変動弁機構24を作動させて吸気バルブ22のリフト量を変更することで、各
気筒の吸入空気量を異ならしめる。これにより、第1気筒群2aの各気筒2でリッ
チ燃焼(例えば、空燃比14.2)が実行され、第2気筒群2bの各気筒でリーン燃焼(例え
ば、空燃比15.0)が実行される。

従って、本実施の形態1では、硫黄被毒再生時に燃料噴射量を同一とすることで、空燃比学習値を利用することができるため、エアフロメータ40と燃料噴射弁18のバラツキを吸収することができる。その結果、ストイキ点への排気空燃比の制御性を高めることができるため、エミッション排出量を十分抑制することができる。

【0032】

[実施の形態1における具体的処理]

図4は、本実施の形態1において、ECU60が実行するルーチンを示すフローチャートである。

図4に示すルーチンによれば、先ず、機関回転数NE、機関負荷KL、吸入空気量Ga、及び
吸気弁22のバルブリフト量を読み込む(ステップ100)。ここで、機関回転数NEは、
クランク角センサ14の出力に基づいて算出することができる。また、機関負荷KLは、
アクセル開度AA等に基づいて算出することができる。また、吸入空気量Gaは、エアフロメ
ータ40により検出することができる。また、吸気弁22のリフト量は、可変動弁機構24
のコントロールシャフト24bの位置に基づいて算出することができる。

【 0 0 3 3 】

次に、気筒毎の吸入空気量を算出する(ステップ102)。ここで、気筒毎の吸入空気量は、上記ステップ100で読み込まれた吸入空気量Ga及びリフト量に基づいて算出することができる。

【 0 0 3 4 】

次に、1気筒当たりの燃料噴射量(目標値)を算出する(ステップ104)。本ルーチンでは、各気筒の燃料噴射量を同一にし、さらにNO_x触媒下流の排気空燃比を理論空燃比に制御する。よって、このステップ104では、上記ステップ100で読み込まれた吸入空気量Gaからトータルの燃料噴射量を求め、求めた燃料噴射量を気筒数で除算することにより、各気筒の燃料噴射量が算出される。

10

【 0 0 3 5 】

次に、上記ステップ104で算出された燃料噴射量に空燃比学習値(%)を乗算することにより、燃料噴射量を補正する(ステップ106)。ここで、ECU60は、通常のストイキ運転時に、本ルーチンとは別のルーチンで、空燃比のフィードバック制御を行っている。このフィードバック制御では、エアフロメータ40や燃料噴射弁18のバラツキを考慮した燃料噴射量の補正を行うことにより、排気センサ58により検出される排気空燃比を目標空燃比(理論空燃比)に一致させている。ECU60は、この空燃比のフィードバック制御により得られた燃料噴射量の補正值(%)を、機関負荷KLに対応させて記憶している。ECU60は、例えば、機関負荷KLを4つの領域に分けて、その領域毎に燃料噴射量の補正值(%)を記憶している(図3参照)。ECU60は、ステップ100で読み込まれた機関負荷KLに応じた補正量(%)を読み出して、この読み出した補正量をステップ106の空燃比学習値として用いることができる。

20

【 0 0 3 6 】

次に、気筒群別リッチリーン制御を実行しているか、すなわち、気筒群毎にリッチ燃焼又はリーン燃焼を実行しているか否かを判別する(ステップ108)。このステップ108で気筒群別リッチリーン制御を実行していないと判別された場合には、本ルーチンを終了する。この場合、第1及び第2気筒群2a, 2bの各気筒でストイキ燃焼が実行される。

【 0 0 3 7 】

上記ステップ108で気筒群別リッチリーン制御を実行していると判別された場合には、リッチ燃焼を実行する気筒群の気筒(以下「リッチ燃焼気筒」という。)であるか否かを判別する(ステップ110)。このステップ110でリッチ燃焼気筒であると判別された場合、すなわち、第1気筒群2aを構成する気筒2である場合には、ECU60内に予め記憶されたマップを参照して、リッチ燃焼気筒用のリフト量の目標値を算出する(ステップ112)。該マップにおいて、リフト量の目標値は、機関回転数NEと機関負荷KLとの関係で定められている。さらに、該マップにおいて、機関回転数NE及び機関負荷KLが大きいほどリフト量が小さくなるように設定されている。該マップによれば、高回転・高負荷運転の場合ほど、該気筒の吸入空気量が少なくされる。すなわち、高回転・高負荷運転の場合ほど、リッチ燃焼気筒の目標空燃比は理論空燃比からの乖離が大きい値とされる。

30

【 0 0 3 8 】

上記ステップ110でリーン燃焼を実行する気筒群の気筒(以下「リーン燃焼気筒」という。)であると判別された場合、すなわち、第2気筒群2bを構成する気筒2である場合には、ECU60内に予め記憶されたマップを参照して、リーン燃焼気筒用のリフト量の目標値を算出する(ステップ114)。該マップにおいて、リフト量の目標値は、機関回転数NEと機関負荷KLとの関係で定められている。さらに、該マップでは、上記ステップ112で参照されるマップと異なり、機関回転数NE及び機関負荷KLが大きいほどリフト量が大きくなるように設定されている。該マップによれば、高回転・高負荷運転の場合ほど、該気筒の吸入空気量が多くされる。すなわち、高回転・高負荷運転の場合ほど、リーン燃焼気筒の目標空燃比は理論空燃比からの乖離が大きい値とされる。

40

【 0 0 3 9 】

50

ここで、本実施の形態1では、NO_x触媒下流の排気空燃比を理論空燃比に制御する。このため、リッチ燃焼気筒の目標空燃比の理論空燃比からの乖離度と、リーン燃焼気筒の目標空燃比の理論空燃比からの乖離度は、同じくされる。

【0040】

上記ステップ112又は114でリフト量の目標値を算出した後、ECU60内に予め記憶されたマップを参照して、点火時期を決定する（ステップ116）。該マップにおいて、点火時期は、燃料噴射量とリフト量（すなわち、空気量）との関係で定められている。該マップによれば、気筒の出力トルク及び燃料消費が最良となるような点火時期（MBT:minimum advance for the best torque）に設定される。

【0041】

次に、上記ステップ112又は114で算出されたリフト量となるように、可変動弁機構24を駆動する（ステップ118）。より具体的には、ECU60内に予め記憶されたマップを参照して、上記リフト量が得られるように、コントロールシャフト24dを移動させる。

【0042】

次に、上記ステップ106で演算された燃料噴射量だけ燃料を噴射し、上記ステップ116で設定された点火時期で点火を実行する（ステップ120）。

【0043】

NO_x触媒56の硫黄被毒再生時に、次回以降本ルーチンが起動されると、上記ステップ104及び106で燃料噴射量が求められた後、上記ステップ112又は114で吸気バルブ22のリフト量が再び算出される。その後、上記ステップで混合気の燃焼が行われる。

【0044】

以上説明したように、図4に示すルーチンによれば、全気筒で燃料噴射量を同じとし、気筒群2a, 2b毎に吸気バルブ22のリフト量を変化させることで、気筒群2a, 2b毎にリッチ燃焼又はリーン燃焼が実行される。これにより、NO_x触媒床温を床温させることができる。また、気筒群2a, 2b毎に燃料噴射量を変えていないため、ストイキ運転時に得られた空燃比学習値を用いて、燃料噴射量を補正することができる。これにより、エアフロメータ40及び燃料噴射弁のばらつきを吸収することができる。従って、硫黄被毒再生時にNO_x触媒下流の排気空燃比を理論空燃比に精度良く制御することができる。よって、硫黄被毒再生時に、エミッション排出量を十分抑制することができる。

【0045】

ところで、本実施の形態1のシステムでは、吸気バルブ22と排気バルブ46の開弁特性をそれぞれ可変とする可変動弁機構24, 48を備えているが、少なくとも吸気バルブ22の開弁特性を可変とする可変動弁機構46を備えていれば、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。

また、吸気バルブ22の開弁特性を可変とするものであれば、可変動弁機構24に限らず、電磁駆動弁機構や可変バルブタイミング機構を用いることができる。この場合も、気筒毎に吸入空気量を変更することができ、気筒群毎にリッチ燃焼又はリーン燃焼を実行することができるため、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。

さらに、気筒群毎の吸入空気量を変更するための機構として、可変動弁機構の他に、各気筒群（各バンク）にスロットル弁を備えるシステムを用いることができる。また、気筒毎の吸入空気量を変更するための機構として、各気筒への吸気通路上にスロットル弁を備えるシステムを用いることができる。かかるシステムも用いることによっても、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。

また、本実施の形態1では、ポートインジェクタ26により燃料を噴射するシステムについて説明したが、気筒2内に燃料を直接噴射する筒内インジェクタを有するシステムを用いることができる。この場合も、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。

【0046】

尚、本実施の形態1においては、ECU60が、ステップ104、112及び114の

10

20

30

40

50

処理を実行することにより第1及び第2の発明における「排気空燃比制御手段」が、ステップ118及び120の処理を実行することにより第1及び第2の発明における「被毒再生実行手段」が、それぞれ実現されている。

【0047】

実施の形態2.

本発明の実施の形態2のシステムは、図1及び図2に示すハードウェア構成を用いて、ECU60に、後述する図5に示すルーチンを実行させることにより実現することができる。

【0048】

[実施の形態2の特徴]

10

上記実施の形態1では、全ての気筒2の燃料噴射量を同一とし、可変動弁機構24を用いて気筒毎で吸気量を異ならしめることで、気筒群2a, 2b毎にリッチ燃焼又はリーン燃焼を実行している。さらに、第1及び第2気筒群2a, 2bとも、出力トルク及び燃料消費が最良となるような点火時期（以下「MBT」という。）に設定されている。上記実施の形態1のように燃料噴射量を同一にした場合に、点火時期をMBTに設定すると、リーン燃焼気筒のトルクが、リッチ燃焼気筒のトルクに比して大きくなる傾向がある。これは、リーン燃焼気筒では酸素が多量に存在するため、未燃損失が小さいためであると考えられる。

【0049】

なお、燃料噴射量を異ならしめて気筒群毎にリッチ燃焼又はリーン燃焼が実行される場合に、点火時期をMBTに設定すると、本発明とは異なり、リッチ燃焼気筒のトルクの方が、リーン燃焼気筒のトルクに比して大きくなる。

20

【0050】

本実施の形態2では、上記実施の形態1で発生し得る気筒間のトルクばらつきを抑制するため、リッチ燃焼気筒の点火時期をMBTと共に、リーン燃焼気筒の点火時期をMBTよりも遅角させる。

【0051】

[実施の形態2における具体的処理]

図5は、本実施の形態2において、ECU60が実行するルーチンを示すフローチャートである。

30

図5に示すルーチンにおいて、上記実施の形態1と同様に、図4に示すルーチンのステップ110の処理まで実行する。

【0052】

ステップ110でリッチ燃焼気筒であると判別された場合には、図4に示すルーチンと同様に、リッチ燃焼気筒用のリフト量の目標値を算出し（ステップ112）、その後、出力トルク及び燃料消費が最良となる点火時期（MBT）が設定される（ステップ116）。

。

【0053】

一方、ステップ110でリーン燃焼気筒であると判別された場合には、図4に示すルーチンと同様に、リーン燃焼気筒用のリフト量の目標値を算出する（ステップ114）。

40

その後、ECU60内に予め記憶されたマップを参照して、リーン燃焼気筒用の点火時期を設定する（ステップ116）。該マップにおいて、リーン燃焼気筒の点火時期は、燃料噴射量とリフト量との関係で定められている。該マップによれば、リッチ燃焼気筒の点火時期とは異なり、MBTよりも遅角側の点火時期が設定される。さらに、該マップによれば、リッチ燃焼気筒とのトルク差が大きいほど、すなわち、リフト量が大きいほど、MBTからの遅角量が大きくなるように設定される。これにより、リーン燃焼気筒の出力トルクを小さくすることができるために、気筒間のトルクばらつきを抑制することができる。

【0054】

次に、図4に示すルーチンと同様に、可変動弁機構24を駆動する（ステップ118）。そして、ステップ106で演算された燃料噴射量だけ燃料を噴射し、上記ステップ11

50

6又は122で設定された点火時期で点火を実行する(ステップ120)。

【0055】

以上説明したように、図5に示すルーチンによれば、リーン燃焼気筒の点火時期をMBTよりも遅角させることで、リーン燃焼気筒の出力トルクを小さくすることができる。よって、リーン燃焼気筒の出力トルクをリッチ燃焼気筒の出力トルクと合わせることができる。従って、上記実施の形態1の効果に加えて、気筒間のトルクばらつきを抑制することができるという効果が得られる。

【0056】

尚、本実施の形態2においては、ECU60が、ステップ122の処理を実行することにより第3の発明における「点火時期制御手段」が実現されている。

10

【0057】

実施の形態3.

本発明の実施の形態3のシステムは、図1及び図2に示すハードウェア構成を用いて、ECU60に、後述する図6に示すルーチンを実行させることにより実現することができる。

【0058】

[実施の形態3の特徴]

上記実施の形態1及び2では、空燃比学習値を用いて燃料噴射量を補正することで、エアフロメータ及び燃料噴射弁のばらつきが排気空燃比に与える影響を排除した。

しかし、可変動弁機構24の寸法ばらつきが、排気空燃比に影響を与える場合もある。

20

そこで、本実施の形態3では、空燃比センサ58により検出される排気空燃比が目標値である理論空燃比よりもずれている場合には、可変動弁機構24を駆動して、吸気バルブ22のリフト量を更に変更することで、排気空燃比を理論空燃比に一致させるようとする。具体的には、NOx触媒下流の排気空燃比がリッチである場合には、可変動弁機構24を駆動させて、第1及び第2気筒群2a, 2bの空燃比を共にリーン側にシフトさせる。これとは逆に、NOx触媒下流の排気空燃比がリーンである場合には、可変動弁動弁24を駆動させて、第1及び第2気筒群2a, 2bを共にリッチ側にシフトさせる。従って、NOx触媒下流の排気空燃比が理論空燃比と一致しない場合でも、燃料噴射量を変更するのではなく、可変動弁機構24を用いて吸入空気量を変更することにより、排気空燃比の制御性を精度良く行うことができる。

30

【0059】

[実施の形態3における具体的処理]

図6は、本実施の形態3において、ECU60が実行するルーチンを示すフローチャートである。

図6に示すルーチンにおいて、空燃比センサ58により検出された排気空燃比(以下「空燃比」と略する。)AF3が目標値よりも大きいか否かを判別する(ステップ130)。ここで、空燃比AF3の目標値は、上述したように、未燃HCやCO₂等のエミッションの排出量を抑制するため、理論空燃比(14.6)とする。

【0060】

ステップ130で空燃比AF3が目標値よりも大きいと判別された場合、すなわち、NOx触媒下流の排気空燃比がリーンである場合には、排気センサ52aの位置における空燃比AF1の目標値と、排気センサ52bの位置における空燃比AF2の目標値とをリッチ側に変更する(ステップ132)。ここで、ステップ132では、ECU60が、空燃比AF3と目標値の乖離度を算出する。そして、ECU60内に予め記憶されたマップを参照して、該乖離度に応じた空燃比AF1, AF2の目標値の変更量を算出する。この算出した変更量だけ、空燃比AF1, AF2の目標値を変更する(下記ステップ134についても同様)。

40

なお、ECU60は、本ルーチンとは別ルーチン、例えば、図4又は図5に示すルーチンにおいて、気筒毎の吸入空気量及び燃料噴射量を算出しているため、これらの算出した値から目標空燃比が求められる。また、ECU60は、機関回転数NE及び機関負荷KLに基づいて、目標空燃比を算出することができる。ECU60は、何れかの方法で算出された

50

目標空燃比を、ステップ132の空燃比AF1,AF2の目標値として用いることができる（下記ステップ134についても同様）。

【0061】

一方、ステップ130で空燃比AF3が目標値よりも小さいと判別された場合、すなわち、NO_x触媒下流の排気空燃比がリッチである場合には、排気センサ52aの位置における空燃比AF1の目標値と、排気センサ52bの位置における空燃比AF2の目標値とをリーン側に変更する（ステップ134）。

【0062】

ステップ132又は134で空燃比AF1,AF2の目標値が変更された後、気筒群別リッチリーン制御が実行されているか否かを判別する（ステップ136）。このステップ136で気筒群別リッチリーン制御が実行されると判別された場合には、排気センサ52aにより検出された空燃比AF1が、目標値よりも大きいか否かを判別する（ステップ138）。

10

【0063】

ステップ138で空燃比AF1が目標値よりも大きいと判別された場合には、空燃比AF1をリッチ側にシフトさせる必要がある。この場合、ECU60内に予め記憶されたマップを参照して、第1気筒群2aを構成する各気筒2のリフト量を小さくすることにより、該各気筒2の吸入空気量を減量させる（ステップ140）。該マップにおいて、空燃比AF1と目標値との乖離度が大きいほど、リフト量が小さくなるように設定されている。該マップによれば、空燃比AF1と目標値との乖離度が大きいほど、該気筒の吸入空気量を少なくすることができ、空燃比AF1をリッチ側に大きくシフトさせることができる。

20

【0064】

一方、ステップ138で空燃比AF1が目標値よりも小さいと判別された場合には、空燃比AF1をリーン側にシフトさせる必要がある。この場合、ECU60内に予め記憶されたマップを参照して、第1気筒群2aを構成する各気筒2のリフト量を大きくすることにより、該各気筒2の吸入空気量を増量させる（ステップ142）。該マップにおいて、空燃比AF1と目標値との乖離度が大きいほど、リフト量が大きくなるように設定されている。該マップによれば、空燃比AF1と目標値との乖離度が大きいほど、該気筒の吸入空気量を多くすることができ、空燃比AF1をリーン側に大きくシフトさせることができる。

30

【0065】

また、これらステップ138～142の処理を、第2気筒群2bに対しても実行する。すなわち、第2気筒群2bを構成する各気筒2のリフト量を変更することにより、吸入空気量を変更させることで、空燃比AF2がリッチ側又はリーン側にシフトされる。

【0066】

また、上記ステップ136で気筒群別リッチリーン制御が実行されていないと判別された場合、つまり、通常のストイキ燃焼運転を実行する場合には、以下のようなフィードバック制御を行う。この場合には、通常通り、燃料噴射量を増減することにより、空燃比AF3を理論空燃比に制御する。すなわち、上記ステップ136の判別の後、排気センサ52aにより検出された空燃比AF1が目標値よりも大きいか否かを判別する（ステップ144）。

40

ステップ144で空燃比AF1が目標値よりも大きいと判別された場合には、空燃比AF1をリッチ側にシフトさせるため、第1気筒群2aを構成する各気筒2の燃料噴射量を増量させる（ステップ146）。一方、ステップ144で空燃比AF1が目標値よりも小さいと判別された場合には、空燃比AF1をリーン側にシフトさせるため、第1気筒群2aを構成する各気筒2の燃料噴射量を減量させる（ステップ148）。

また、これらステップ144～148の処理を、第2気筒群2bに対しても実行する。すなわち、第2気筒群2bを構成する各気筒2の燃料噴射量を変更することにより、空燃比AF2がリッチ側又はリーン側にシフトされる。

【0067】

NO_x触媒56の硫黄被毒再生時に、次回以降本ルーチンが起動されると、上記ステッ

50

プ 1 4 0 又は 1 4 2 で吸気弁 2 2 のリフト量が可変動弁機構 2 4 により再度変更され、空燃比 AF3 が目標値に制御される。

【 0 0 6 8 】

以上説明したように、図 6 に示すルーチンによれば、空燃比 AF3 を目標値に収束させるために、第 1 及び第 2 気筒群 2 a , 2 b の各気筒のリフト量を変更することにより、各気筒の吸入空気量を変更せしめた。このとき、燃料噴射量の変更を行っていないため、上記実施の形態 1 , 2 と同様に、空燃比学習値を用いることができる。よって、可変動弁機構 2 4 の寸法ばらつきにより、空燃比 AF3 がずれた場合であっても、空燃比 AF3 を目標値に精度良く収束させることができる。

【 0 0 6 9 】

ところで、本実施の形態 3 では、空燃比 AF3 を検出する空燃比センサ 5 8 は NO_x 触媒 5 6 下流に設けられているが、第 1 排気通路 5 0 a と第 2 排気通路 5 0 b との合流部 5 0 c よりも下流であれば空燃比センサの設定位置は任意である。また、該合流部 5 0 c よりも下流の空燃比を取得できれば、上記実施の形態 3 の目的を達成し得る。このため、該空燃比をセンサにより検出する場合に限らず、演算によって求められた値を空燃比として読み込むようにしてもよい。

また、可変動弁機構 2 4 に代えて各気筒の吸気通路に設けられたスロットル弁により各気筒の吸入空気量を変更する場合には、該スロットル弁の寸法ばらつき或いはスロットル弁の駆動制御ばらつきが、排気空燃比に影響を与える可能性がある。この場合にも、スロットル弁の開度を再度変更せしめることで、上記実施の形態 3 と同様の効果が得られる。

【 0 0 7 0 】

尚、本実施の形態 3 においては、ECU 6 0 が、ステップ 1 4 0 及び 1 4 2 の処理を実行することにより第 4 及び第 5 の発明における「排気空燃比制御手段」が実現されている。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 1 】

【 図 1 】本発明の実施の形態 1 のシステム構成を説明するための図である。

【 図 2 】図 1 に示したシステムにおける気筒群を示す模式図である。

【 図 3 】空燃比学習値を説明するための図である。

【 図 4 】本発明の実施の形態 1 において、ECU 6 0 が実行するルーチンを示すフローチャートである。

【 図 5 】本発明の実施の形態 2 において、ECU 6 0 が実行するルーチンを示すフローチャートである。

【 図 6 】本発明の実施の形態 3 において、ECU 6 0 が実行するルーチンを示すフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 2 】

1 内燃機関

2 気筒

2 a 第 1 気筒群

2 b 第 2 気筒群

4 ピストン

6 シリンダーブロック

8 シリンダーヘッド

10 水温センサ

12 クランクシャフト

14 クランク角センサ

16 燃焼室

18 点火プラグ

20 吸気ポート

10

20

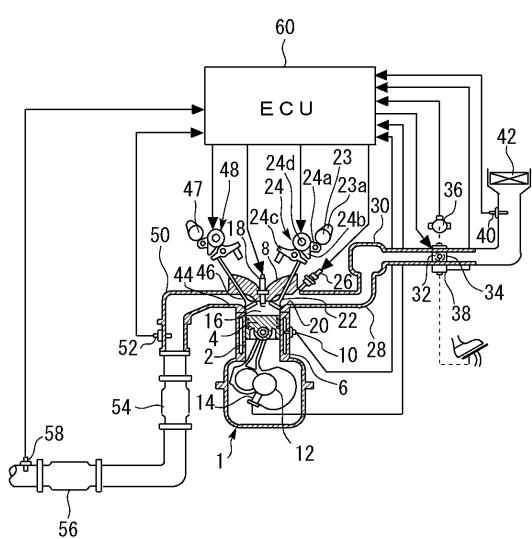
30

40

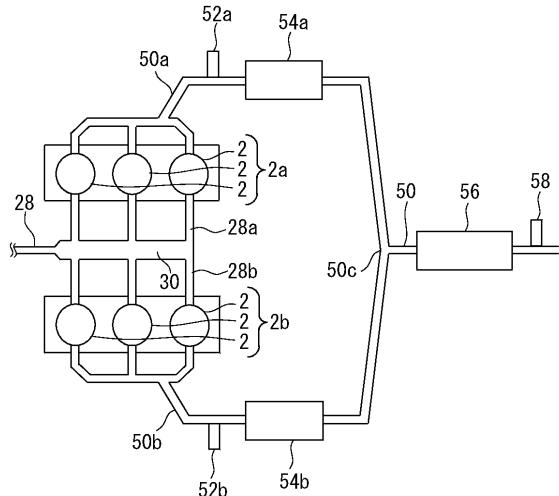
50

- 2 2 吸気バルブ
2 3 吸気カムシャフト
2 3 a 吸気カム
2 4 可変動弁機構
2 4 a 入力アーム
2 4 b 出力アーム
2 4 c ロッカーアーム
2 4 d コントロールシャフト
2 6 インジェクタ
2 8 吸気通路 10
3 0 サージタンク
3 2 スロットルバルブ
3 4 スロットルモータ
3 6 スロットル開度センサ
3 8 アクセル開度センサ
4 0 エアフロメータ
4 2 エアクリーナ
4 4 排気ポート
4 6 排気バルブ
4 7 排気カムシャフト 20
4 8 可変動弁機構
5 0 (5 0 a , 5 0 b) 排気通路
5 0 c 合流部
5 2 (5 2 a , 5 2 b) 空燃比センサ
5 4 (5 4 a , 5 4 b) 始動時触媒
5 6 N O x 触媒
5 8 空燃比センサ
6 0 E C U

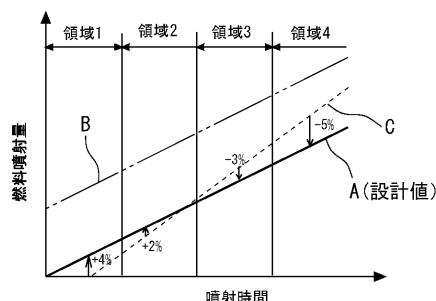
【図1】



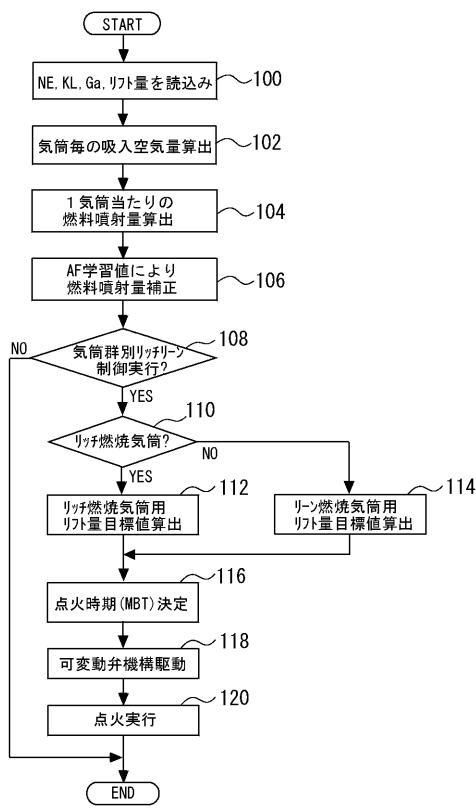
【図2】



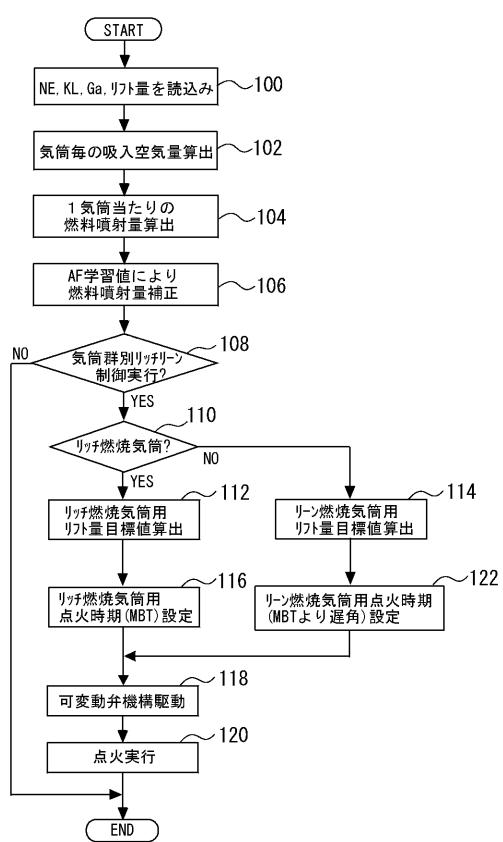
【図3】



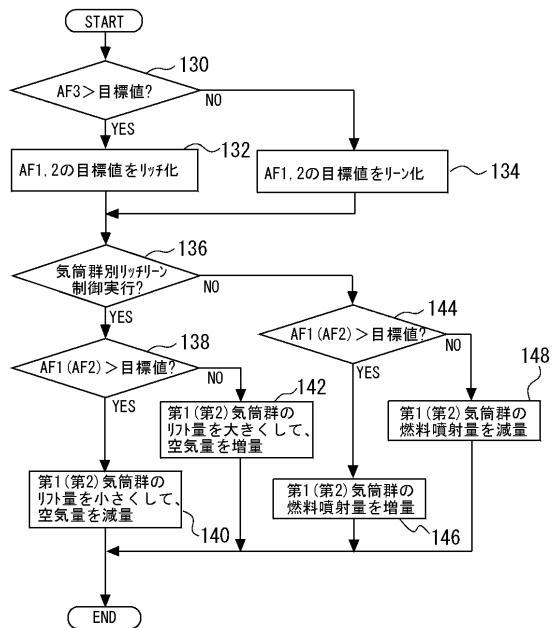
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
F 02D 43/00 (2006.01)	F 02D 43/00 301E
F 02D 45/00 (2006.01)	F 02D 43/00 301Z
F 02P 5/15 (2006.01)	F 02D 45/00 301K F 02D 45/00 368F F 02P 5/15 B

審査官 後藤 信朗

(56)参考文献 特開2004-346838(JP,A)
特開2004-132318(JP,A)
特開2003-161186(JP,A)
特開平11-141377(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 02D	13 / 02
F 01N	3 / 20
F 01N	3 / 24
F 02D	41 / 02
F 02D	41 / 04
F 02D	43 / 00
F 02D	45 / 00
F 02P	5 / 15