

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4748124号  
(P4748124)

(45) 発行日 平成23年8月17日(2011.8.17)

(24) 登録日 平成23年5月27日(2011.5.27)

(51) Int.Cl.

F 1

|                   |                  |            |      |
|-------------------|------------------|------------|------|
| <b>F02D 21/08</b> | <b>(2006.01)</b> | F02D 21/08 | 301D |
| <b>F01N 3/02</b>  | <b>(2006.01)</b> | F02D 21/08 | 311B |
| <b>F02M 25/07</b> | <b>(2006.01)</b> | F01N 3/02  | 321B |
| <b>F01N 3/24</b>  | <b>(2006.01)</b> | F02M 25/07 | 570J |

F01N 3/02 321H

請求項の数 5 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2007-175337 (P2007-175337)

(22) 出願日

平成19年7月3日(2007.7.3)

(65) 公開番号

特開2009-13839 (P2009-13839A)

(43) 公開日

平成21年1月22日(2009.1.22)

審査請求日

平成21年12月1日(2009.12.1)

(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 100099645

弁理士 山本 晃司

(74) 代理人 100104765

弁理士 江上 達夫

(74) 代理人 100107331

弁理士 中村 聰延

(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】内燃機関の制御装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

排気通路に設けられて昇温操作により機能が再生される再生式の排気浄化手段と、前記排気浄化手段より上流の排気通路に燃料を噴射する燃料添加弁と、前記排気浄化手段より上流の排気通路と吸気通路とを連通する第1 EGR通路と、前記第1 EGR通路を介して前記吸気通路に還流される排気の流量を調整する第1 EGR弁と、前記排気浄化手段より下流の排気通路と前記吸気通路とを連通する第2 EGR通路と、前記第2 EGR通路を介して前記吸気通路に還流される排気の流量を調整する第2 EGR弁と、前記排気浄化手段より下流、かつ前記第2 EGR通路の接続位置より上流の排気通路に配置され、その排気通路の流路断面積を変更可能な排気絞り弁と、を備えた圧縮着火式の内燃機関に適用され、前記内燃機関の運転状態に応じて通常燃焼と予混合燃焼とに燃焼形態を切り替える燃焼形態切替手段を備える内燃機関の制御装置において、

前記内燃機関の燃焼形態が前記予混合燃焼であり、かつ前記排気浄化手段の昇温操作を実行する所定の再生条件が成立した場合、前記内燃機関の排気通路の流路断面積が絞られるように前記排気絞り弁を制御するとともに前記第1 EGR通路を介した前記吸気通路への排気の還流が停止されるように前記第1 EGR弁の開度を制御する圧力上昇制御を実行する圧力上昇手段と、前記圧力上昇手段による前記圧力上昇制御の実行後に前記内燃機関の背圧が所定の閾値以上に変化したか否か判定する判定手段と、前記判定手段により前記内燃機関の背圧が前記所定の閾値以上に変化したと判定された場合に前記燃料添加弁から燃料を噴射させる機能再生制御を実行する燃料添加手段と、を備えることを特徴とする内

10

20

燃機関の制御装置。

**【請求項 2】**

前記圧力上昇手段は、前記圧力上昇制御の実行時に前記吸気通路に設けられたスロットル弁を開き側に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制御装置。

**【請求項 3】**

前記圧力上昇手段による前記圧力上昇制御の実行後、前記第 1 E G R 弁の開度の変更を禁止するとともに前記内燃機関の気筒に吸入される吸気の酸素濃度が目標濃度範囲内に調整されるように前記第 2 E G R 弁の開度を調整する弁開度調整手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の制御装置。

**【請求項 4】**

前記燃料添加手段による前記機能再生制御の実行時に前記吸気通路に還流される排気中の二酸化炭素濃度を取得する二酸化炭素濃度取得手段と、前記二酸化炭素濃度取得手段により取得された二酸化炭素濃度が所定の許容値より高い場合、前記第 2 E G R 弁を閉じ側に制御するとともに前記第 1 E G R 弁を開き側に制御する排気流量制御手段と、をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の制御装置。

**【請求項 5】**

前記排気流量制御手段は、前記第 2 E G R 弁を閉じ側に制御したことによる前記吸気通路に還流される排気の流量の変化が補償されるように前記第 1 E G R 弁を開き側に制御することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の制御装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、再生式の排気浄化手段と、排気浄化手段より上流の排気通路と吸気通路とを連通する第 1 E G R 通路と、排気浄化手段より下流の排気通路と前記吸気通路とを連通する第 2 E G R 通路と、を備えた圧縮着火式の内燃機関に適用され、内燃機関の運転状態に応じて通常燃焼と予混合燃焼とに燃焼形態を切り替える内燃機関の制御装置に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

パティキュレートフィルタの再生時にパティキュレートフィルタの下流に設けられた排気絞り弁を開弁させたり、パティキュレートフィルタより上流の排気通路に接続された E G R 通路の E G R 弁を開弁させたりしてパティキュレートフィルタ内の圧力を昇圧させる排気浄化装置が知られている（特許文献 1 ~ 3 参照）。また、内燃機関の燃焼形態を拡散燃焼と予混合燃焼とに切替可能な内燃機関に適用され、パティキュレートフィルタを昇温する際は拡散燃焼でリッチ運転を行わせる排気浄化装置が知られている（特許文献 4 参照）。さらに、ターボチャージャのタービンより下流の排気管と吸気管とを接続する低圧 E G R 経路及びタービンより上流の排気管と吸気管とを接続する高圧 E G R 経路を備えるとともに燃焼形態を通常燃焼と予混合燃焼とに切り替えることができ、運転状態に応じてこれら E G R 経路及び燃焼形態をそれぞれ切り替える内燃機関が知られている（特許文献 5 参照）。

**【0003】**

【特許文献 1】特開 2004 - 285907 号公報

【特許文献 2】特許第 3714252 号公報

【特許文献 3】特開 2005 - 282533 号公報

【特許文献 4】特開 2006 - 65116 号公報

【特許文献 5】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】**

**【0004】**

特許文献 4、5 の内燃機関のように燃焼形態を予混合燃焼に切替可能な内燃機関では、燃焼形態が予混合燃焼のときにパティキュレートフィルタなどの再生式の排気浄化手段の

10

20

30

40

50

再生時期になる場合がある。予混合燃焼においては、気筒内に吸入される新気の量を抑えるべくスロットル弁の開度が小さく設定されるとともに排気通路から吸気通路に大量の排気を還流させるべく EGR 弁の開度が大きく設定される。そのため、予混合燃焼時に排気浄化手段の再生を実行する場合は、通常燃焼時と同様のタイミングで排気絞り弁や EGR 弁の操作を行っても排気浄化手段の再生処理を実行するまでに内燃機関の背圧が適切に上昇しないおそれがある。特許文献 1 ~ 3 の装置は、このような予混合燃焼時における再生方法について開示されていない。特許文献 4 の装置では、燃焼形態が予混合燃焼のときにパティキュレートフィルタの再生時期になると燃焼形態を通常燃焼である拡散燃焼に切り替えてパティキュレートフィルタの再生を行っているが、窒素酸化物 (NOx) などの生成を抑えるためには機能再生中も燃焼形態を予混合燃焼に維持する方が望ましい。

10

#### 【0005】

そこで、本発明は、燃焼形態を通常燃焼と予混合燃焼に切り替え可能な内燃機関において燃焼形態が予混合燃焼のときにも排気浄化手段の再生処理を適切に行うことが可能な内燃機関の制御装置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】

#### 【0006】

本発明の内燃機関の制御装置は、排気通路に設けられて昇温操作により機能が再生される再生式の排気浄化手段と、前記排気浄化手段より上流の排気通路に燃料を噴射する燃料添加弁と、前記排気浄化手段より上流の排気通路と吸気通路とを連通する第 1 EGR 通路と、前記第 1 EGR 通路を介して前記吸気通路に還流される排気の流量を調整する第 1 EGR 弁と、前記排気浄化手段より下流の排気通路と前記吸気通路とを連通する第 2 EGR 通路と、前記第 2 EGR 通路を介して前記吸気通路に還流される排気の流量を調整する第 2 EGR 弁と、前記排気浄化手段より下流、かつ前記第 2 EGR 通路の接続位置より上流の排気通路に配置され、その排気通路の流路断面積を変更可能な排気絞り弁と、を備えた圧縮着火式の内燃機関に適用され、前記内燃機関の運転状態に応じて通常燃焼と予混合燃焼とに燃焼形態を切り替える燃焼形態切替手段を備える内燃機関の制御装置において、前記内燃機関の燃焼形態が前記予混合燃焼であり、かつ前記排気浄化手段の昇温操作を実行する所定の再生条件が成立した場合、前記内燃機関の排気通路の流路断面積が絞られるよう前記排気絞り弁を制御するとともに前記第 1 EGR 通路を介した前記吸気通路への排気の還流が停止されるように前記第 1 EGR 弁の開度を制御する圧力上昇制御を実行する圧力上昇手段と、前記圧力上昇手段による前記圧力上昇制御の実行後に前記内燃機関の背圧が所定の閾値以上に変化したか否か判定する判定手段と、前記判定手段により前記内燃機関の背圧が前記所定の閾値以上に変化したと判定された場合に前記燃料添加弁から燃料を噴射させる機能再生制御を実行する燃料添加手段と、を備えることにより、上述した課題を解決する（請求項 1）。

20

#### 【0007】

本発明の制御装置によれば、内燃機関の燃焼形態が予混合燃焼のときに所定の再生条件が成立した場合、判定手段によって内燃機関の背圧が所定の閾値以上に変化したと判定された後に機能再生制御が実行されるので、所定の閾値を適切に設定することにより内燃機関の背圧が排気浄化手段の機能を再生させるために適した圧力を上昇してから機能再生制御を実行することができる。そのため、燃焼形態が予混合燃焼のときにも排気浄化手段の再生処理を適切に行うことができる。

30

#### 【0008】

本発明の制御装置の一形態において、前記圧力上昇手段は、前記圧力上昇制御の実行時に前記吸気通路に設けられたスロットル弁を開き側に制御してもよい（請求項 2）。この場合、吸気量を増加させることができるので、より速やかに内燃機関の背圧を上昇させることができる。

40

#### 【0009】

本発明の制御装置の一形態においては、前記圧力上昇手段による前記圧力上昇制御の実行後、前記第 1 EGR 弁の開度の変更を禁止するとともに前記内燃機関の気筒に吸入され

50

る吸気の酸素濃度が目標濃度範囲内に調整されるように前記第2 EGR弁の開度を調整する弁開度調整手段をさらに備えていてもよい(請求項3)。第1EGR通路は排気絞り弁よりも上流の排気通路に接続されているため、第1EGR弁を開けると排気浄化手段における排気の圧力が低下する。そこで、第1EGR弁の開度の変更を禁止し、内燃機関の背圧の低下を防止する。一方、排気絞り弁は第2EGR通路の接続位置よりも上流に設けられているため、第2EGR弁の開度を変更して吸気通路に還流される排気(以下、EGRガスと称することがある。)の量を調整しても内燃機関の背圧の低下を抑制できる。そのため、このように第1EGR弁の開度の変更を禁止し、第2EGR弁にて吸気の酸素濃度を調整することにより、NO<sub>x</sub>の発生を抑えつつ機能再生制御を実行できる。

## 【0011】

10

本発明の制御装置の一形態においては、前記燃料添加手段による前記機能再生制御の実行時に前記吸気通路に還流される排気中の二酸化炭素濃度を取得する二酸化炭素濃度取得手段と、前記二酸化炭素濃度取得手段により取得された二酸化炭素濃度が所定の許容値より高い場合、前記第2EGR弁を閉じ側に制御するとともに前記第1EGR弁を開き側に制御する排気流量制御手段と、をさらに備えていてもよい(請求項4)。機能再生制御の実行時は燃料添加弁から添加された燃料が排気浄化手段で燃焼し、排気浄化手段より下流の排気の二酸化炭素濃度が上昇する。二酸化炭素濃度の高い排気が第2EGR通路を介して吸気通路に還流されると、気筒内での燃焼混合気の燃焼状態が悪化してトルク変動を引き起こすおそれがある。そこで、吸気通路に還流される二酸化炭素の濃度が所定の許容値よりも高い場合は、第2EGR弁を閉じ側に制御して二酸化炭素濃度の高い排気の還流を抑制する。また、この第2EGR弁の閉じ側への制御とともに第1EGR弁を開き側に制御するので、第2EGR弁を閉じ側に制御するまでとほぼ同様の量のEGRガスを吸気通路に還流させることができる。そのため、このように各EGR弁を制御することにより、内燃機関のトルク変動を抑制しつつ吸気通路にEGRガスを還流し続けることができる。

## 【0012】

20

この形態において、前記排気流量制御手段は、前記第2EGR弁を閉じ側に制御したことによる前記吸気通路に還流される排気の流量の変化が補償されるように前記第1EGR弁を開き側に制御してもよい(請求項5)。このように各EGR弁を制御することにより、吸気通路にこれまでとほぼ同量のEGRガスを吸気通路に還流させることができる。

## 【0013】

30

なお、本発明の「補償」の概念は、第2EGR通路を介して吸気通路に還流されるEGRガス量の減少が第1EGR通路を介して吸気通路に還流されるEGRガス量の増加にて打ち消されるように第1EGR弁を開き側に制御することを意味し、第2EGR通路を介して吸気通路に還流されるEGRガス量の減少を第1EGR通路を介して吸気通路に還流されるEGRガス量の増加によって完全に相殺すること、及び第2EGR通路を介して吸気通路に還流されるEGRガス量の減少を第1EGR通路を介して吸気通路に還流されるEGRガス量の増加によって部分的に補うことの両方を含む。

## 【発明の効果】

## 【0017】

40

以上に説明したように、本発明の制御装置によれば、内燃機関の燃焼形態が予混合燃焼のときに所定の再生条件が成立した場合は、内燃機関の背圧が所定の閾値以上に変化した後に機能再生制御が実行されるので、内燃機関の背圧が排気浄化手段の機能を再生させるために適した圧力に上昇してから機能再生制御を実行することができる。そのため、燃焼形態が予混合燃焼のときにも排気浄化手段の再生処理を適切に行うことができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0018】

## (第1の形態)

図1は本発明の第1の形態に係る制御装置が組み込まれた内燃機関の一例を示している。図1の内燃機関(以下、エンジンと称することがある。)1は、自動車などの車両に走行用動力源として搭載されるディーゼルエンジンであり、複数(図1では4つ)の気筒2

50

が設けられる機関本体3と、各気筒2にそれぞれ接続される吸気通路4及び排気通路5とを備えている。吸気通路4には、吸気濾過用のエアフィルタ6、吸入空気量に対応した信号を出力するエアフローメータ7、吸入空気量を調整するための第1スロットル弁8、ター ボ過給機9のコンプレッサ9a、吸気を冷却するためのインタークーラ10、及び吸入空気量を調整するための第2スロットル弁11が設けられている。排気通路5には、排気通路内に燃料を噴射するための燃料添加弁12、ター ボ過給機9のタービン9b、排気を浄化するための排気浄化装置13、排気通路5の流路断面積を変更可能な排気絞り弁14、及び排気絞り弁14を迂回させて排気を下流に導くバイパス通路15が設けられている。

## 【0019】

10

バイパス通路15には、排気絞り弁14と排気浄化装置13との間の排気通路内の圧力が所定圧以上になると開弁する圧力調整弁16が設けられている。排気浄化装置13には、三元触媒13a及び排氣中の粒子状物質を捕集する排氣浄化手段としてのパティキュレートフィルタ(以下、フィルタと略称することがある。)13bが設けられる。図1に示したように燃料添加弁12は、排気浄化装置13よりも上流に設けられる。排気絞り弁14は、その開度を閉じ側に制御することによって排気通路5の流路断面積を絞ることができ、全閉状態においても排気通路5が完全に遮断されないように全閉時の開度が設定される周知のものである。図1に示したように各気筒2には、気筒2内に燃料を噴射するためのインジェクタ17がそれぞれ設けられている。各インジェクタ17は、インジェクタ17に供給される高圧の燃料が蓄えられるコモンレール18に接続されている。また、エンジン1は機関本体3で発生したプローバイガスを吸気通路4に導くプローバイガス通路19を備えている。

## 【0020】

20

排気通路5と吸気通路4とは、第1EGR通路としての高圧EGR通路20及び第2EGR通路としての低圧EGR通路21にて接続されている。図1に示したように高圧EGR通路20は、排気浄化装置13より上流の排気通路5とコンプレッサ9aより下流の吸気通路4とを接続している。低圧EGR通路21は、排気浄化装置13及び排気絞り弁14より下流の排気通路5とコンプレッサ9aより上流の吸気通路4とを接続している。そのため、排気絞り弁14は、排気浄化装置13より下流、かつ低圧EGR通路21の接続位置より上流の排気通路5に配置される。高圧EGR通路20には、高圧EGR通路20を介して吸気通路4に還流されるEGRガス(以下、第1EGRガスと称することがある。)の流量を調整する第1EGR弁としての高圧EGR弁22が設けられている。低圧EGR通路21には、EGRガスを冷却するためのEGRクーラ23、及び低圧EGR通路21を介して吸気通路4に還流されるEGRガス(以下、第2EGRガスと称することがある。)の流量を調整する第2EGR弁としての低圧EGR弁24が設けられている。このように低圧EGR通路21にはEGRクーラ23を設けるため、高圧EGR通路20よりも長さが長くなる。

30

## 【0021】

高圧EGR弁22、低圧EGR弁24、燃料添加弁12、及び排気絞り弁14のそれぞれの動作は、エンジンコントロールユニット(ECU)30にて制御される。ECU30は、マイクロプロセッサ及びその動作に必要なROM、RAM等の周辺機器を含んだコンピュータとして構成され、エンジン1に設けられている各種センサからの出力信号を参照してエンジン1の運転状態を制御する周知のコンピュータユニットである。ECU30は、例えばエンジン1の運転状態に基づいて各気筒2に供給すべき燃料量を算出し、その算出した燃料量の燃料が各気筒2に供給されるように各気筒2に設けられたインジェクタ17の動作を制御する。ECU30には、各種センサとしてエンジン1の機関回転速度(回転数)に対応する信号を出力するクランク角センサ31、排気浄化装置13の前後の圧力差に対応する信号を出力する差圧センサ32、及び排気浄化装置13内の排気の圧力に対応する信号を出力する圧力センサ33が接続されている。また、エアフローメータ7もECU30に接続されている。

40

50

## 【0022】

E C U 3 0 は、エンジン 1 の回転数及び負荷に基づいてエンジン 1 の燃焼形態を、通常燃焼と予混合燃焼（以下、Homogeneous Charge Combustion Ignition (HCCI) 燃焼と称することがある。）とに切り替える。通常燃焼では、圧縮上死点においてインジェクタ 17 から気筒 2 内に燃料を噴射させ、その後に燃料を燃焼させる。一方、予混合燃焼では、圧縮上死点の 30 ° C A（クランク角度を意味する。）程度前頃にインジェクタ 17 から気筒 2 内に燃料を噴射させ、その後圧縮上死点でその燃料を燃焼させる。この予混合燃焼時は、気筒 2 内への新気の流入を抑制しつつ EGR ガスを大量に導入するため、E C U 3 0 は各スロットル弁 8、11 の開度をそれぞれ小さく設定するとともに各 EGR 弁 22、24 の開度をそれぞれ大きく設定する。このような燃焼形態の切り替えは、例えば図 2 に示したマップを予め実験などにより求めて E C U 3 0 の ROM に記憶させておき、このマップを参照して行えばよい。このように燃焼形態を切り替えることにより、E C U 3 0 が本発明の燃焼形態切替手段として機能する。

10

## 【0023】

また、エンジン 1 では、排気通路 4 から吸気通路 3 に排気を還流させるための複数種類の EGR モードがエンジン 1 の運転状態に対応付けられて設定されている。EGR モードとしては、低圧 EGR 通路 21 のみを介して排気を吸気通路 4 に還流するロープレッシャーループ (LPL) モード、高圧 EGR 通路 20 のみを介して排気を吸気通路 4 に還流するハイプレッシャーループ (HPL) モード、及び高圧 EGR 通路 20 と低圧 EGR 通路 21 との両方の EGR 通路を介して排気を吸気通路 4 に還流する MPL モードが設定されている。図 3 は、これら各 EGR モードとエンジン 1 の運転状態との対応関係の一例を示す図である。E C U 3 0 は、吸気通路 4 への排気の還流を行う場合、図 3 の対応関係を参考し、エンジン 1 の運転状態を示す回転数及び負荷に応じて LPL モード、MPL モード、又は HPL モードのいずれかの EGR モードを選択する。また、エンジン 1 の運転状態の変化に応じて EGR モードを切り替える。なお、LPL モードは、高圧 EGR 弁 22 が全閉に維持されるとともに低圧 EGR 弁 24 が開けられることにより実行される。HPL モードは、低圧 EGR 弁 24 が全閉に維持されるとともに高圧 EGR 弁 22 が開けられることにより実行される。MPL モードは、高圧 EGR 弁 22 及び低圧 EGR 弁 24 の両方が開けられることにより実行される。これら各 EGR モードにおける高圧 EGR 弁 22 及び低圧 EGR 弁 24 のそれぞれの開度は、エンジン 1 の運転状態に応じて E C U 3 0 が適切な値に調整する。

20

## 【0024】

周知のようにフィルタ 13 b で捕集可能な粒子状物質の量には上限があり、所定の周期でフィルタ 13 b を粒子状物質が酸化除去される温度（例えば、600 ° C）まで昇温する昇温操作を実行してフィルタ 13 に捕集されている粒子状物質を酸化除去する PM 再生を実行する必要がある。そこで、E C U 3 0 は、フィルタ 13 b の PM 再生を実行すべくエンジン 1 の運転中に図 4 に示した機能再生制御ルーチンを所定の周期で繰り返し実行する。なお、図 4 の制御ルーチンは E C U 3 0 が実行する他のルーチンと並行に実行される。

30

## 【0025】

図 4 の制御ルーチンにおいて E C U 3 0 は、まずステップ S 11 においてエンジン 1 の運転状態を取得する。エンジン 1 の運転状態としては、エンジン 1 の回転数、吸入空気量、排気浄化装置 13 の前後の圧力差、及びエンジン 1 の燃焼形態などが取得される。次のステップ S 12 において E C U 3 0 は、フィルタ 13 b の PM 再生を実行する所定の再生条件が成立したか否か判断する。所定の再生条件は、フィルタ 13 b に捕集されている粒子状物質の量が予め設定した所定量を超えた場合に成立したと判断される。周知のように排気浄化装置 13 の前後の圧力差とフィルタ 13 b に捕集されている粒子状物質の量とは相関関係を有している。そこで、例えば排気浄化装置 13 の前後の圧力差が所定量に対応する許容上限値より大きい場合に所定の再生条件が成立したと判断される。また、排気淨

40

50

化装置 13 に単位時間当たりに流入した粒子状物質の量を積算してフィルタ 13 b に捕集されている粒子状物質の量を推定し、その推定値が所定量を超えた場合に再生条件が成立したと判断してもよい。なお、フィルタ 13 b にて捕集可能な粒子状物質の上限はフィルタ 13 b の大きさに応じて変化するため、所定量及び許容上限値はフィルタ 13 b の大きさに応じて適宜設定すればよい。所定の再生条件が不成立と判断した場合は今回の制御ルーチンを終了する。

#### 【 0 0 2 6 】

一方、所定の再生条件が成立したと判断した場合はステップ S 13 に進み、ECU 30 はエンジン 1 の燃焼形態が HCCI 燃焼、すなわち予混合燃焼か否か判断する。エンジン 1 の燃焼形態が通常燃焼であると判断した場合はステップ S 14 に進み、ECU 30 は各スロットル弁 8、11 を開き側に制御するとともに各 EGR 弁 22、24 を全閉にし、その後燃料添加弁 12 から燃焼を噴射させてフィルタ 13 b の PM 再生を行う通常再生制御を実行する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。

#### 【 0 0 2 7 】

一方、エンジン 1 の燃焼形態が HCCI 燃焼であると判断した場合はステップ S 15 に進み、ECU 30 は高圧 EGR 弁 22 が開いているか否か、すなわち高圧 EGR 通路 20 を介して排気を吸気通路 4 に還流しているか否か判断する。高圧 EGR 弁 22 が開いていると判断した場合はステップ S 16 に進み、ECU 30 は高圧 EGR 弁 22 を全閉にする。続くステップ S 17 において ECU 30 は、各スロットル弁 8、11 を所定の開度分開き側に制御する。所定の開度は、各気筒 2 に流入する新気の流量が急に増加しないよう 10 適宜設定すればよい。次のステップ S 18 において ECU 30 は、高圧 EGR 弁 22 を全閉にしたことによる第 1 EGR ガス量の減少を第 2 EGR ガス量の増加で補償すべく低圧 EGR 弁 24 を開き側に制御する。このように第 2 EGR ガス量を調整することにより、エンジン 1 の各気筒 2 に吸入される吸気の酸素濃度を HCCI 燃焼の目標濃度範囲内に調整できる。その後ステップ S 19 に進み、ECU 30 は排気絞り弁 14 を全閉にする。なお、既に排気絞り弁 14 が全閉であった場合はその状態を維持する。

#### 【 0 0 2 8 】

次のステップ S 20 において ECU 30 は、エンジン 1 の背圧が所定の閾値以上か否か判断する。エンジン 1 の背圧（以下、背圧と略称することがある。）を高くすることによりエンジン 1 の負荷を高くして排気の温度を上昇させることができる。そこで、所定の閾値としては、例えば燃料添加弁 12 から噴射すべき燃料を減少させることができ、かつフィルタ 13 b の温度を速やかに上昇させることができが可能な排気温度となる背圧が設定される。このような圧力はフィルタ 13 b の大きさに応じて異なるため、所定の閾値はフィルタ 13 b の大きさに応じて適宜設定してよい。なお、背圧は圧力センサ 33 にて検出してもよいし、高圧 EGR 弁 22 の開度、排気絞り弁 14 の開度、各スロットル弁 8、11 のそれぞれの開度、吸入空気量、及びインジェクタ 17 から噴射された燃料量に基づいて推定してもよい。背圧が閾値未満と判断した場合はステップ S 17 に処理を戻し、背圧が所定の閾値以上に変化するまでステップ S 17 ~ S 20 の処理が繰り返し実行される。

#### 【 0 0 2 9 】

一方、背圧が所定の閾値以上と判断した場合はステップ S 21 に進み、ECU 30 は燃料添加弁 12 から燃料を噴射させてフィルタ 13 b の PM 再生を実行する燃料添加制御を実行する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。なお、この燃料添加制御の実行時、ECU 30 は第 1 EGR ガスの流量、第 2 EGR ガスの流量、エンジン 1 の回転数、及びエンジン 1 の負荷に応じてエンジン 1 の燃焼形態を適宜変更してよい。例えば、第 2 EGR ガスにて HCCI 燃焼を継続可能であれば、HCCI 燃焼を継続する。一方、第 2 EGR ガスのみでは HCCI 燃焼が継続不可能と判断した場合はエンジン 1 の燃焼を通常燃焼に切り替えてよい。

#### 【 0 0 3 0 】

ステップ S 15 において高圧 EGR 弁 22 が閉じていると判断した場合はステップ S 22 に進み、ECU 30 は各スロットル弁 8、11 を所定の開度分開き側に制御する。この

10

20

30

40

50

所定の開度は上述したステップ S 17 の処理と同様に設定される。続くステップ S 23において ECU 30 は、排気絞り弁 14 を全閉にする。なお、既に排気絞り弁 14 が全閉であった場合はその状態を維持する。次のステップ S 24において ECU 30 は各インジェクタ 17 からの燃料の噴射時期が圧縮上死点に近付くように噴射時期を遅角させる。その後ステップ S 25 に進み、ECU 30 は上述したステップ S 20 と同様に背圧が所定の閾値以上か否か判断する。背圧が所定の閾値未満と判断した場合はステップ S 22 に処理を戻し、背圧が所定の閾値以上に変化するまでステップ S 22 ~ S 25 の処理が繰り返し実行される。一方、背圧が所定の閾値以上と判断した場合はステップ S 21 に進み、ECU 30 は燃料添加制御を実行する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。

## 【0031】

10

図 5 は、図 4 の機能再生制御ルーチンによってエンジン 1 の燃焼形態が HCCI 燃焼のときにフィルタ 13b の PM 再生を実行した場合の高圧 EGR 弁 22 の開度、排気絞り弁 14 の開度、背圧、吸入空気量、及び気筒 2 に流入する吸気の酸素濃度の時間変化を示している。図 5 の時刻 T1 において所定の再生条件が成立すると、まず高圧 EGR 弁 22 が全閉になるまで徐々に閉じ側に制御される。また、排気絞り弁 14 が全閉になるまで徐々に閉じ側に制御される。図 5 に示したように、このように高圧 EGR 弁 22 及び排気絞り弁 14 が閉じ側に制御されると、背圧が徐々に上昇する。一方、酸素濃度及び吸入空気量は、図 4 のステップ S 17 が実行されて各スロットル弁 8、11 が開き側に制御されることにより一旦上昇するが、その後上昇が抑制されて所定値に安定する。図 5 の時刻 T2 において背圧が所定の閾値以上になると燃料添加弁 12 からの燃料の噴射が開始されるが、第 2 EGR ガスの流量を増加させるので、酸素濃度及び吸入空気量を時刻 T2 における値のまま推移させることができる。第 2 EGR ガスによる酸素濃度及び吸入空気量の増加の抑制が困難になり、これらの値が上昇を開始すると図 5 の時刻 T3 において ECU 30 はエンジン 1 の燃焼形態を HCCI 燃焼から通常燃焼に切り替える。

20

## 【0032】

以上に説明したように、第 1 の形態に係る制御装置によれば、エンジン 1 の燃焼形態が HCCI 燃焼のときに所定の再生条件が成立した場合、背圧が所定の閾値以上に変化した後に燃料添加弁 12 から燃料を噴射させて、エンジン 1 の燃焼形態が HCCI 燃焼のときでもフィルタ 13b の PM 再生を適切に実行することができる。また、PM 再生を実行する際は、各スロットル弁 8、11 を開き側に制御するので、速やかに背圧を上昇させることができる。さらに、低圧 EGR 弁 24 にて吸気通路 4 に還流される EGR ガスの流量を調整することにより、気筒 2 に吸入される吸気の酸素濃度を抑えることができる。そのため、NOx の発生を抑制しつつ PM 再生を実行することができる。

30

## 【0033】

なお、ECU 30 は、図 4 のステップ S 16 及び S 19 を実行することにより本発明の圧力上昇手段として、図 4 のステップ S 20 を実行することにより本発明の判定手段として、図 4 のステップ S 21 を実行することにより本発明の燃料添加手段としてそれぞれ機能する。また、ECU 30 は、図 4 のステップ S 18 を実行することにより本発明の弁開度調整手段として機能する。

## 【0034】

40

図 4 の制御ルーチンにおいては、エンジン 1 の燃焼形態が HCCI 燃焼のときに PM 再生を実行する場合、高圧 EGR 弁 22 を全閉に制御するが、この高圧 EGR 弁 22 を全閉にする制御を予め行っておくことにより、さらに速やかに PM 再生を実行することができる。図 6 は、このように高圧 EGR 弁 22 を所定の再生条件が成立する前に予め全閉に制御するために ECU 30 がエンジン 1 の運転中に所定の周期で繰り返し実行する機能再生準備制御ルーチンを示している。なお、図 6 において図 4 と同一の処理には同一の参照符号を付して説明を省略する。

## 【0035】

図 6 の制御ルーチンにおいて ECU 30 は、まずステップ S 11 でエンジン 1 の運転状態を取得する。続くステップ S 31 において ECU 30 は、フィルタ 13b の PM 再生を

50

実行する機能再生時期を推定する。機能再生時期の推定は、例えば以下の推定方法にて行う。まず、エンジン1の運転状態に基づいて単位時間当たりに排気浄化装置13に流入する粒子状物質の量を算出する。次に排気浄化装置13に流入した粒子状物質の量の積算値と再生条件が成立する条件として設定された所定量との差を求める。その後、この積算値と所定量との差を単位時間当たりに排気浄化装置13に流入する粒子状物質の量で割ることにより機能再生時期を推定する。この処理を実行することにより、ECU30が本発明の残余期間推定手段として機能する。

#### 【0036】

次のステップS32においてECU30は、機能再生時期までの残余期間が予め設定した判定値以下か否か判断する。判定値としては、例えばエンジン1の運転状態に影響を与えることなく第1EGRガスの還流を停止させることができた時間が設定される。残余時間が判定値より大きいと判断した場合は今回の制御ルーチンを終了する。一方、残余時間が判定値以下と判断した場合はステップS33に進み、ECU30はエンジン1の燃焼形態がHCCI燃焼か否か判断する。エンジン1の燃焼形態が通常燃焼であると判断した場合はステップS34に進み、ECU30は所定の再生条件が成立するまでエンジン1の燃焼形態を変更することを禁止する。所定の再生条件が成立するまで、エンジン1の燃焼形態は通常燃焼に維持される。その後、今回の制御ルーチンを終了する。

10

#### 【0037】

一方、エンジン1の燃焼状態がHCCI燃焼であると判断した場合はステップS35に進み、ECU30は高圧EGR弁22を全閉にする。なお、既に高圧EGR弁22が全閉であった場合はその状態を維持する。続くステップS36においてECU30は、高圧EGR弁22を制御したことによる第1EGRガスの減少が第2EGRガスの増加によって補償されるように低圧EGR弁24の開度を制御する。また、以降は所定の再生条件が成立するまで低圧EGR通路21のみを介して吸気通路4にEGRガスが還流されるようにEGRモードをLPLモードに固定する。この処理を実行することにより、ECU30が本発明の第1EGR弁停止手段として機能する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。

20

#### 【0038】

図6の制御ルーチンを実行することにより、所定の再生条件が成立する前に予め高圧EGR弁22を全閉にしておくことができる。所定の再生条件が成立したときに排気絞り弁14を全閉にすることで速やかに背圧を上昇させることができる。そのため、フィルタ13bのPM再生を速やかに実行することができる。

30

#### 【0039】

##### (第2の形態)

次に図7及び図8を参照して本発明の第2の形態について説明する。なお、この形態でもエンジン1については図1が参照される。図7は、第2の形態における機能再生制御ルーチンを示している。図7の制御ルーチンもECU30が実行する他のルーチンとエンジン1の運転中に並行に所定の周期で繰り返し実行される。なお、図7において図4と同一の処理には同一の参照符号を付して説明を省略する。

40

#### 【0040】

図7においてECU30は、ステップS13まで図4と同様に処理を進める。ステップS13においてエンジン1の燃焼形態が通常燃焼と判断した場合、ECU30はステップS14を実行し、その後今回の制御ルーチンを終了する。一方、エンジン1の燃焼形態がHCCI燃焼と判断した場合はステップS16に進み、高圧EGR弁22を全閉にする。続くステップS17においてECU30は各スロットル弁8、11を所定の開度分開き側に制御し、その後ステップS19においてECU30は排気絞り弁14を全閉にする。そして、ステップS18においてECU30は、高圧EGR弁22を全閉にしたことによる第1EGRガス量の減少を第2EGRガス量の増加で補償すべく低圧EGR弁24を開き側に制御する。次のステップS20においてECU30は、背圧が所定の閾値以上か否か判断する。背圧が所定の閾値未満と判断した場合はステップS16に処理を戻し、背圧が

50

所定の閾値以上に変化するまでステップS16～S20の処理を繰り返し実行する。一方、背圧が所定の閾値以上と判断した場合はステップS21に進み、ECU20は燃料添加制御を実行する。

#### 【0041】

続くステップS41においてECU30は、第1EGRガスの二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の濃度が所定の許容値以下か否か判断する。燃料添加弁12から噴射された燃料はフィルタ13bで燃焼しCO<sub>2</sub>が発生する。また、フィルタ13bに捕集されていた粒子状物質が燃焼する際にもCO<sub>2</sub>が発生する。この発生したCO<sub>2</sub>は第2EGRガスとして吸気通路4に還流されるが、この際CO<sub>2</sub>の濃度が高すぎるとエンジン1の燃焼状態が悪化してトルク変動が発生するおそれがある。そこで、許容値としては、EGRガスとして還流されてもエンジン1のトルク変動の発生を抑制することが可能なCO<sub>2</sub>濃度が設定される。10 第1EGRガスのCO<sub>2</sub>濃度は、例えばインジェクタ17から噴射された燃料量、吸入空気量、燃料添加弁12から噴射された燃料量、及びエンジン1から排出された排気のうち排気第1EGRガスとして吸気通路4に還流される排気の割合を示すLPLEGR率などに基づいて推定すればよい。このように第1EGRガスのCO<sub>2</sub>濃度を推定することにより、ECU30が本発明の二酸化炭素濃度取得手段として機能する。第1EGRガスのCO<sub>2</sub>濃度が許容値以下と判断した場合は、今回の制御ルーチンを終了する。

#### 【0042】

一方、第1EGRガスのCO<sub>2</sub>濃度が許容値より大きいと判断した場合はステップS42に進み、ECU30は高圧EGR弁22を開き側に制御するとともに、その制御による第1EGRガスの増加が第2EGRガスの減少によって補償されるように低圧EGR弁24を閉じ側に制御する。この処理を実行することにより、ECU30が本発明の排気流量制御手段として機能する。続くステップS43においてECU30は、背圧が所定の許容圧力以上か否か判断する。高圧EGR弁22を開き側に制御するとエンジン1の背圧が低下し、これによりエンジン1への負荷が低下して排気の温度が低下する。この場合、フィルタ13bのPM再生を継続させるためには燃料添加弁12からより多くの燃料を噴射する必要がある。そのため、背圧にはPM再生を適切に実行可能な圧力範囲が存在する。そこで、所定の許容圧力としては、例えばこの圧力範囲の下限値が設定される。背圧が所定の許容圧力以上と判断した場合は、今回の制御ルーチンを終了する。一方、背圧が所定の許容圧力未満と判断した場合はステップS44に進み、ECU30は燃料添加弁12からの燃料の噴射を停止させて燃料添加制御を中止させる。この処理を実行することにより、ECU30が本発明の中止手段として機能する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。2030

#### 【0043】

第2の形態では、第2EGRガスのCO<sub>2</sub>濃度が所定の許容値より大きくなると高圧EGR弁22を開き側に制御するとともに低圧EGR弁24を閉じ側に制御するので、エンジン1のトルク変動を抑制しつつ吸気通路4にEGRガスを還流し続けてエンジン1の燃焼形態をHCCI燃焼に維持することができる。また、エンジン1の背圧が許容圧力未満に低下すると燃料添加制御を中止するので、燃料添加弁12からの無駄な燃料の噴射を防止できる。40

#### 【0044】

なお、第2の形態においては、図7のステップS16において高圧EGR弁22を全閉にするとともに低圧EGR弁24も全閉にし、エンジン1の燃焼形態をHCCI燃焼から通常燃焼に切り替えてよい。このようにエンジン1の燃焼形態を切り替えることにより、ECU30が本発明の強制切替手段として機能する。フィルタ13bのPM再生時にエンジン1の燃焼形態をHCCI燃焼から通常燃焼に切り替える場合、高圧EGR弁22と低圧EGR弁24を同時に全閉にしても高圧EGR通路20よりも低圧EGR通路21の方が長いため、高圧EGR通路20を介した排気の還流が停止してから低圧EGR通路21を介した排気の還流が停止するまでに無駄な時間差が生じる。そこで、このようにフィルタ13bのPM再生時にエンジン1の燃焼形態をHCCI燃焼から通常燃焼に切り替える50

場合は、所定の再生条件が成立する前に予め低圧 EGR弁24を全閉にし、高圧EGR通路20のみを使用した排気の還流を行ってもよい。図8は、このように所定の再生条件が成立する前に予め低圧EGR弁24を全閉にするべくECU30がエンジン1の運転中に所定の周期で繰り返し実行する機能再生準備制御ルーチンを示している。なお、図8において図6と同一の処理には同一の参照符号を付して説明を省略する。

#### 【0045】

図8の制御ルーチンにおいてECU30はステップS33まで図6の制御ルーチンと同様に処理を進める。ステップS33においてエンジン1の燃焼形態が通常燃焼と判断した場合はステップS34に進み、ECU30は所定の再生条件が成立するまでエンジン1の燃焼形態を変更することを禁止する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。一方、エンジン1の燃焼形態がHCCI燃焼と判断した場合はステップS51に進み、ECU30は低圧EGR弁24を全閉にする。なお、既に低圧EGR弁24が全閉であった場合はその状態を維持する。続くステップS52においてECU30は、低圧EGR弁22を制御したことによる第2EGRガスの減少が第1EGRガスの増加によって補償されるように高圧EGR弁22の開度を制御する。また、以降は所定の再生条件が成立するまで高圧EGR通路20のみを介して吸気通路4にEGRガスが還流されるようにEGRモードをHPLモードに固定する。この処理を実行することにより、ECU30が本発明の第2EGR弁停止手段として機能する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。

#### 【0046】

このように所定の再生条件が成立する前に予め低圧EGR弁24を全閉にしておくことにより、所定の再生条件の成立時にエンジン1の燃焼形態を速やかに通常燃焼に切り替えることができる。そのため、フィルタ13bのPM再生を速やかに実行することができる。

#### 【0047】

本発明は、上述した各形態に限定されることなく、種々の形態にて実施することができる。例えば、本発明の制御装置が適用される内燃機関の排気浄化手段は、パティキュレートフィルタに限定されない。パティキュレートフィルタに吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒物質を担持させたものが排気浄化手段として設けられていてもよいし、担体に吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒を担持させた排気浄化触媒が排気浄化手段として設けられていてもよい。周知のように吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒は排気に含まれる硫黄酸化物(SO<sub>x</sub>)に被毒されるため、NO<sub>x</sub>触媒から硫黄(S)成分を放出させるべくNO<sub>x</sub>触媒の昇温操作を含んだ機能再生処理、いわゆるS再生がNO<sub>x</sub>触媒に対して所定の間隔で行われる。そのため、エンジンの燃焼形態がHCCI燃焼のときにS再生が実行される場合がある。そこで、本発明の制御装置を適用する。これにより、エンジンの燃焼形態がHCCI燃焼のときでもS再生を適切に実行することができる。

#### 【0048】

なお、吸蔵還元型のNO<sub>x</sub>触媒は、NO<sub>x</sub>を触媒にて保持できるものであればよく、吸収又は吸着いずれの態様でNO<sub>x</sub>が保持されるかは吸蔵の用語によって制限されない。SO<sub>x</sub>の被毒についてもその態様を問わないものである。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0049】

【図1】本発明の第1の形態に係る制御装置が組み込まれた内燃機関の一例を示す図。

【図2】エンジンの回転数及び負荷とエンジンの燃焼形態との対応関係を示す図。

【図3】エンジンの回転数及び負荷と各EGRモードとの対応関係を示す図。

【図4】第1の形態における機能再生制御ルーチンを示すフローチャート。

【図5】図4の機能再生制御ルーチンにてPM再生を実行した場合の高圧EGR弁の開度、排気絞り弁の開度、背圧、吸入空気量、及び気筒に流入する吸気の酸素濃度の時間変化を示す図。

【図6】第1の形態における機能再生準備制御ルーチンを示すフローチャート。

【図7】第2の形態における機能再生制御ルーチンを示すフローチャート。

10

20

30

40

50

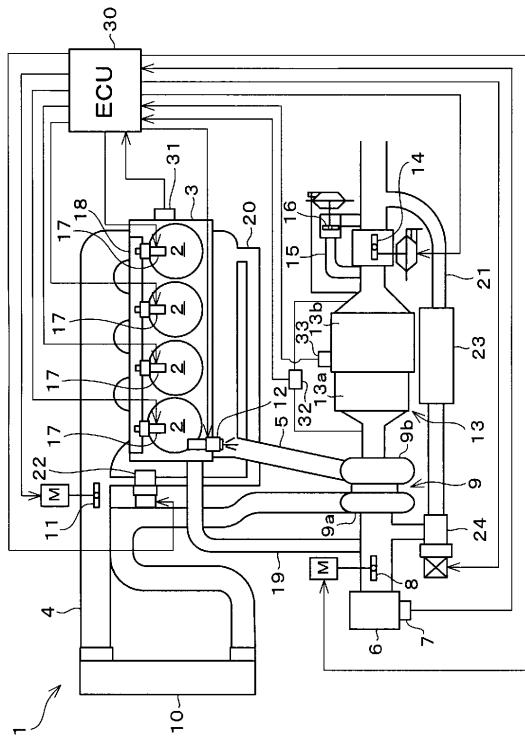
【図8】第2の形態における機能再生準備制御ルーチンを示すフローチャート。

【符号の説明】

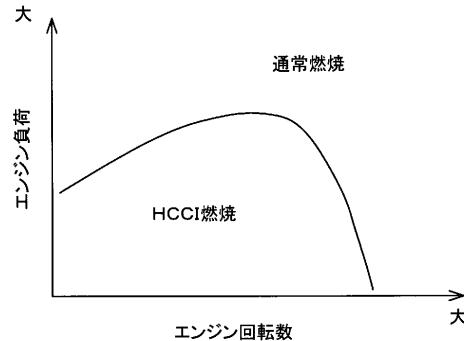
【0050】

- 1 内燃機関
- 2 気筒
- 4 吸気通路
- 5 排気通路
- 8 第1スロットル弁
- 11 第2スロットル弁
- 12 燃料添加弁
- 13 b パティキュレートフィルタ（排気浄化手段）
- 14 排気絞り弁
- 20 高圧EGR通路（第1EGR通路）
- 21 低压EGR通路（第2EGR通路）
- 22 高圧EGR弁（第1EGE弁）
- 24 低压EGR弁（第2EGR弁）
- 30 エンジンコントロールユニット（燃焼形態切替手段、圧力上昇手段、判定手段、燃料添加手段、弁開度調整手段、残余期間推定手段、第1EGR弁停止手段、二酸化炭素濃度取得手段、排気流量制御手段、中止手段、強制切替手段、第2EGR弁停止手段）

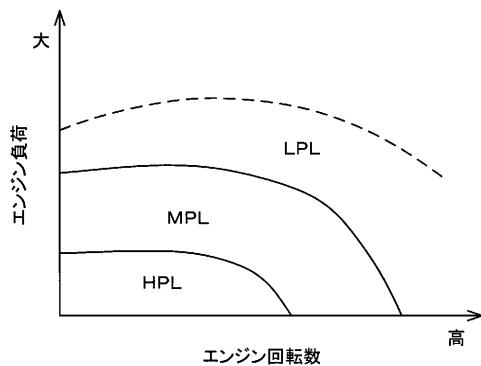
【図1】



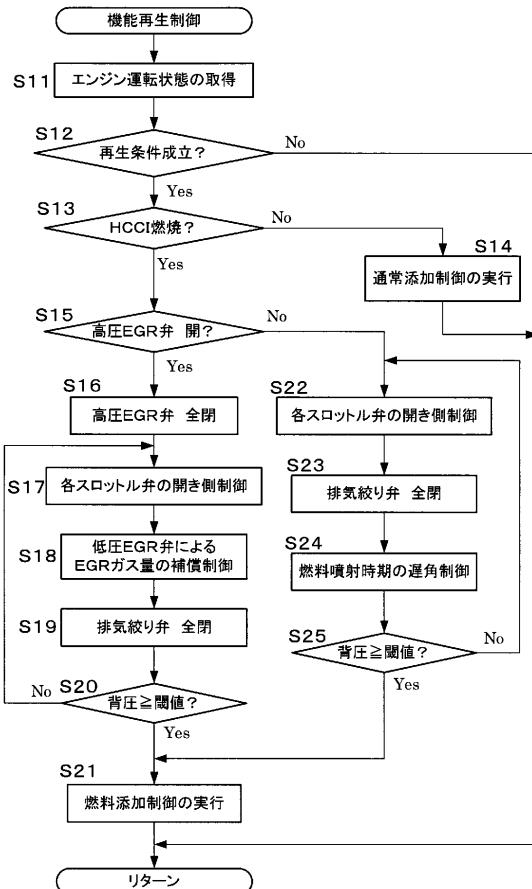
【図2】



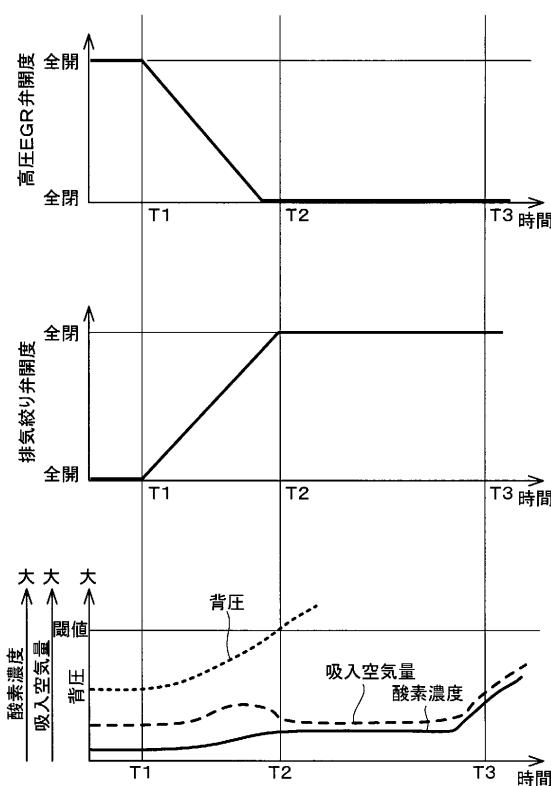
【図3】



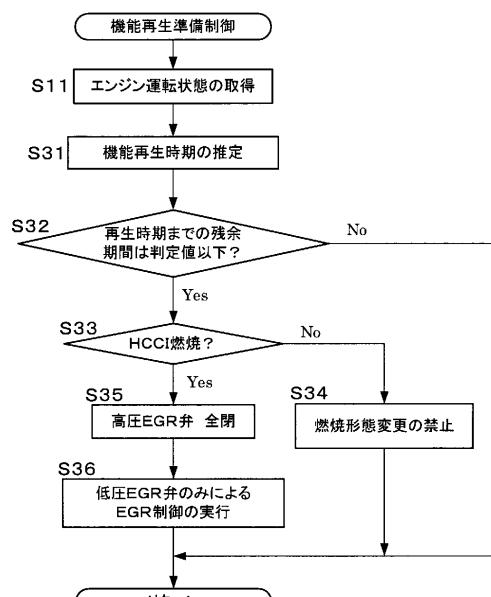
【図4】



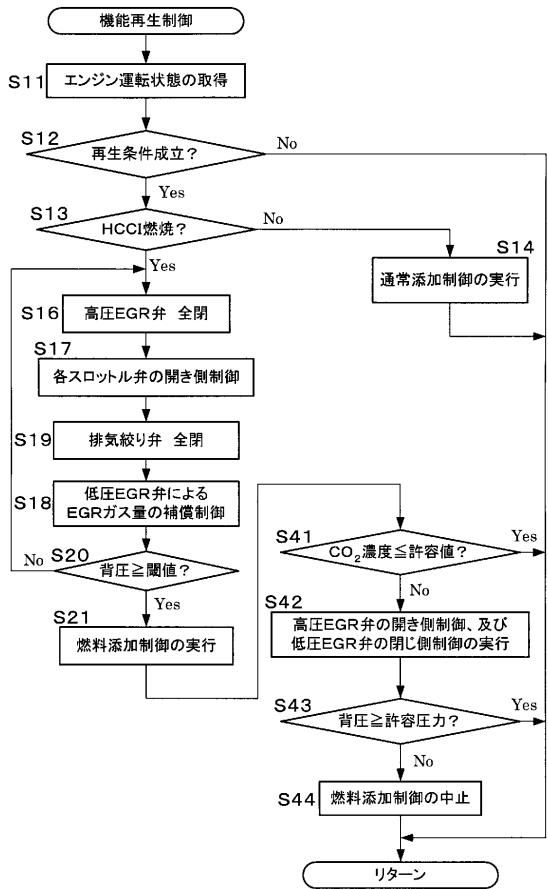
【図5】



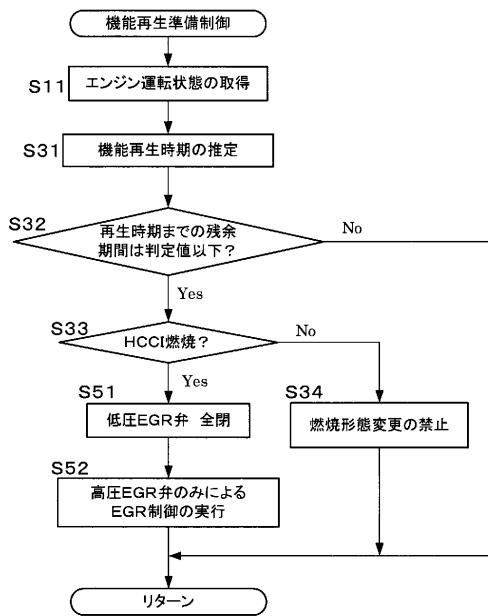
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

|         |      |   |
|---------|------|---|
| F 0 1 N | 3/24 | E |
| F 0 1 N | 3/24 | S |
| F 0 1 N | 3/24 | N |

(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 堀川 泰宏

(56)参考文献 特開2004-285907 (JP, A)

特開2000-356127 (JP, A)

特開2004-150319 (JP, A)

特開2006-316758 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 D 13 / 0 0 - 2 8 / 0 0

F 0 1 N 3 / 0 0 - 3 / 3 8

F 0 2 M 2 5 / 0 7