

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4576884号  
(P4576884)

(45) 発行日 平成22年11月10日(2010.11.10)

(24) 登録日 平成22年9月3日(2010.9.3)

(51) Int.Cl.	F 1
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2D 41/34 C
FO2D 41/14 (2006.01)	FO2D 41/34 F
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 41/14 310C
	FO2D 45/00 312A
	FO2D 45/00 324

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-149463 (P2004-149463)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成16年5月19日(2004.5.19)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2005-330880 (P2005-330880A)	(74) 代理人	100077481 弁理士 谷 義一
(43) 公開日	平成17年12月2日(2005.12.2)	(74) 代理人	100088915 弁理士 阿部 和夫
審査請求日	平成19年4月27日(2007.4.27)	(72) 発明者	森田 晃司 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	園田 幸弘 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	佐々木 正章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置および制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

吸気ポート内に燃料を噴射するポート噴射用インジェクタと、燃焼室内に燃料を直接噴射する筒内噴射用インジェクタとを有し、前記燃焼室内で燃料および空気の混合気を燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置において、

前記燃焼室における混合気空燃比を取得するための空燃比センサの検出値に基づいて、前記空燃比が目標値になるようにフィードバック制御を実行する空燃比制御手段と、

前記ポート噴射用インジェクタを用いるポート噴射モードと前記筒内噴射用インジェクタを用いる筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードが切り換えられた後に、前記モードの切り換えにより前記燃焼室内における水素濃度が所定の閾値を上回って変動していると判断した場合には、フィードバックゲインを一時的に変化させるゲイン設定手段とを備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】

前記ゲイン設定手段は、前記ポート噴射モードと前記筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードが切り換えられてから、所定回数の燃焼サイクルが完了するまでの間、前記フィードバックゲインを低下させ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】

吸気ポート内に燃料を噴射するポート噴射用インジェクタと、燃焼室内に燃料を直接噴射する筒内噴射用インジェクタとを有し、前記燃焼室内で燃料および空気の混合気を燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御方法において、

前記燃焼室における混合気の空燃比を取得するための空燃比センサの検出値に基づいて、前記空燃比が目標値になるようにフィードバック制御を実行すると共に、前記ポート噴射用インジェクタを用いるポート噴射モードと前記筒内噴射用インジェクタを用いる筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードを切り換えた後に、前記モードの切り換えにより前記燃焼室内における水素濃度が所定の閾値を上回って変動していると判断した場合には、フィードバックゲインを一時的に変化させることを特徴とする内燃機関の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、吸気ポート内に燃料を噴射するポート噴射用インジェクタと、燃焼室内に燃料を直接噴射する筒内噴射用インジェクタとを有する内燃機関の制御装置および制御方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来から、吸気ポート内に燃料を噴射するポート噴射用インジェクタと、燃焼室内に燃料を直接噴射する筒内噴射用インジェクタとを備えた内燃機関が知られている（例えば、特許文献1参照）。この内燃機関では、燃料噴射モードを切り換える際に、吸気ポートと燃焼室との間の距離に応じた燃料の輸送時間を考慮して、筒内噴射用インジェクタからの燃料噴射の開始タイミングが、ポート噴射用インジェクタからの燃料噴射の開始タイミングよりも遅く設定される。また、内燃機関の排気系統には、一般に、燃焼室における混合気の空燃比をフィードバック制御するために空燃比センサ（酸素センサ）が設けられるが、この種の空燃比センサの出力は、排気ガス中の水素濃度が高い場合、実際の値よりも低い酸素濃度を示すことが知られている（例えば、特許文献2参照）。

20

【0003】

【特許文献1】特開平8-170556号公報

【特許文献2】特開平9-268934号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述のように、空燃比センサの出力は、排気ガス中の水素濃度の影響を受ける。また、ポート噴射用インジェクタから燃料が噴射された場合と、筒内噴射用インジェクタから燃料が噴射された場合とでは、燃焼室（排気ガス）における水素濃度が異なってくる。従って、燃焼室における混合気の空燃比を単純にフィードバック制御しただけでは、ポート噴射モードと筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードを切り換えた際に、空燃比が目標値から逸脱してしまうおそれがある。特に、内燃機関の性能を向上させると共にエミッションの低減化を図る上では、ポート噴射モードと筒内噴射モードとを頻繁に切り換えることが求められることから、かかる問題を解決することは極めて重要となる。

30

【0005】

そこで、本発明は、ポート噴射モードと筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードを切り換えた際に、燃焼室における混合気の空燃比を好適範囲内に保つことができる内燃機関の制御装置および制御方法の提供を目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明による内燃機関の制御装置は、吸気ポート内に燃料を噴射するポート噴射用インジェクタと、燃焼室内に燃料を直接噴射する筒内噴射用インジェクタとを有し、燃焼室内で燃料および空気の混合気を燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置において、燃焼室における混合気の空燃比を取得するための空燃比センサの検出値に基づいて、空燃比が目標値になるようにフィードバック制御を実行する空燃比制御手段と、ポート噴射用インジェクタを用いるポート噴射モードと筒内噴射用インジェクタを用いる筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードが切り換えられた後に、フィードバックゲインを一時的に変化さ

50

せるゲイン設定手段とを備えることを特徴とする。

【0007】

この内燃機関の制御装置は、ポート噴射用インジェクタと筒内噴射用インジェクタとを有する内燃機関に適用されるものであり、空燃比制御手段とゲイン設定手段とを備える。空燃比制御手段は、空燃比センサの検出値に基づいて燃焼室における空燃比が目標値になるようにフィードバック制御を実行する。かかる空燃比のフィードバック制御に用いられるフィードバックゲインは、燃料噴射モードがポート噴射用インジェクタを用いるポート噴射モードと筒内噴射用インジェクタを用いる筒内噴射モードとの間で切り換えられた後に、ゲイン設定手段によって一時的に変化させられる。これにより、ポート噴射モードと筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードが切り換えられた直後に、燃焼室における水素濃度 10  
が変動しても、空燃比制御手段によって制御される空燃比が目標値から過剰に逸脱してしまうことを抑制することが可能となる。

【0008】

従って、この内燃機関の制御装置によれば、ポート噴射モードと筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードを切り換えた際に、燃焼室における混合気 10  
の空燃比を好適範囲内に保つことが可能となる。この結果、空燃比制御の精度が向上するので、ポート噴射モードと筒内噴射モードとを適切なタイミングで切り換えることにより、内燃機関の性能を向上させると共にエミッションの低減化を図ることが可能となる。

【0009】

また、ゲイン設定手段は、ポート噴射モードと筒内噴射モードとの間で燃料噴射モード 20  
が切り換えられてから、所定回数の燃焼サイクルが完了するまでの間、フィードバックゲインを低下させると好ましい。

【0010】

このような構成を採用すれば、ポート噴射用インジェクタと燃焼室との間の距離に依存する空燃比の検出遅れを考慮しながら、燃料噴射モードの切り換え後にフィードバックゲインを低下させる期間を適切に設定することが可能となる。

【0011】

本発明による内燃機関の制御方法は、吸気ポート内に燃料を噴射するポート噴射用インジェクタと、燃焼室内に燃料を直接噴射する筒内噴射用インジェクタとを有し、燃焼室内で燃料および空気の混合気を燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置において、燃焼室における混合気 30  
の空燃比を取得するための空燃比センサの検出値に基づいて、空燃比が目標値になるようにフィードバック制御を実行すると共に、ポート噴射用インジェクタを用いるポート噴射モードと筒内噴射用インジェクタを用いる筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードを切り換えた後に、フィードバックゲインを一時的に変化させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、ポート噴射モードと筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードを切り換えた際に、燃焼室における混合気 40  
の空燃比を好適範囲内に保つことができる内燃機関の制御装置および制御方法の実現が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

【0014】

図1は、本発明による内燃機関を示す概略構成図である。同図に示される内燃機関1は、車両用の多気筒内燃機関（例えば、4気筒内燃機関、ただし、図1には1気筒のみが示される。）として構成されており、各燃焼室2内での混合気の燃焼によりピストン3を往復移動させて図示されないクランクシャフトから動力を得るものである。なお、ここでは、内燃機関1は、いわゆるガソリンエンジンとして説明されるが、これに限られるもので 50

はなく、本発明がディーゼルエンジンにも適用され得ることはいうまでもない。

【0015】

図1に示されるように、各燃焼室2に連なる吸気ポート4は、吸気マニホールド6にそれぞれ接続され、各燃焼室2に連なる排気ポート5は、排気マニホールド7にそれぞれ接続されている。また、内燃機関1のシリンダヘッドには、吸気ポート4を開閉する吸気弁Viと、排気ポート5を開閉する排気弁Veとが燃焼室2ごとに配設されている。各吸気弁Viおよび各排気弁Veは、動弁機構8によって開閉させられ、この動弁機構8は、吸気弁Viおよび排気弁Veの少なくとも何れか一方の開弁特性を変化させることができる可変バルブタイミング機構（開弁特性設定手段）を含む。更に、内燃機関1は、気筒数に応じた数の点火プラグ9を有し、点火プラグ9は、対応する燃焼室2内に臨むようにシリンダヘッドに配設されている。

10

【0016】

また、内燃機関1は、筒内噴射用インジェクタ10cを気筒数に応じた数だけ有している。各筒内噴射用インジェクタ10cは、ガソリン等の燃料を対応する燃焼室2の内部に直接噴射可能なものであり、燃料供給管を介してガソリン等の液体燃料を貯留する燃料タンク（何れも図示省略）に接続されている。加えて、内燃機関1は、図1に示されるように、複数のポート噴射用インジェクタ10pを気筒数に応じた数だけ有している。各ポート噴射用インジェクタ10pは、ガソリン等の燃料を対応する吸気ポート4の内部に噴射可能なものであり、図示されない燃料供給管を介してガソリン等の液体燃料を貯留する上記燃料タンクに接続されている。筒内噴射用インジェクタ10cは、燃焼室2ごとに少なくとも1体ずつ備えられ、ポート噴射用インジェクタ10pも、吸気ポート4ごとに少なくとも1体ずつ備えられる。

20

【0017】

ここで、内燃機関1の各ピストン3は、いわゆる深皿頂面型に構成されており、その上面には、凹部3aが形成されている。そして、内燃機関1では、各燃焼室2内に空気を吸入させた状態で、各筒内噴射用インジェクタ10cから各燃焼室2内のピストン3の凹部3aに向けてガソリン等の燃料を直接噴射することができる。これにより、内燃機関1では、点火プラグ9の近傍に燃料と空気との混合気の層が周囲の空気層と分離された状態で形成（成層化）されるので、極めて希薄な混合気を用いて安定した成層燃焼を実行することが可能となる。

30

【0018】

一方、吸気マニホールド6は、図1に示されるように、サージタンク11に接続されており、このサージタンク11は、給気管12を介して図示されないエアクリーナに接続されている。また、給気管12の中途には、吸入空気量を調節するスロットルバルブ14が設置されている。本実施形態では、スロットルバルブ14として、アクセル位置センサ、スロットルモータおよびスロットル開度センサを含む電子制御式スロットルバルブが採用される。また、排気マニホールド7は、図1に示されるように、排気管15に接続されている。排気管15の中途には、例えばNOx吸蔵還元触媒を含む触媒装置16が設けられており、この触媒装置16において各燃焼室2からの排気ガスが浄化される。更に、排気管15には、各燃焼室2における混合気の空燃比を取得するために、排気ガスの空燃比を検出する空燃比センサ（酸素センサ）17が設置されている。

40

【0019】

そして、上述の内燃機関1は、制御手段として機能する電子制御ユニット（以下「ECU」という）20を含む。ECU20は、何れも図示されないCPU、ROM、RAM、入出力ポート、および、各種情報やマップ等が記憶される記憶装置等を含むものである。このECU20の入出力ポートには、上述の動弁機構8、点火プラグ9、各インジェクタ10c、10p、スロットルバルブ14および空燃比センサ17等が接続されている。

【0020】

ECU20は、記憶装置に記憶されている各種マップ等を用いると共に、各種センサの検出値等に基づいて、所望の出力が得られるように動弁機構8、点火プラグ9、各インジ

50

エクタ10cおよび10p、スロットルバルブ14等を制御する。また、ECU20は、空燃比センサ17の検出値に基づいて、各燃焼室2における混合気空燃比が所望の値となるように、各インジェクタ10c、10pおよびスロットルバルブ14の少なくとも何れかをフィードバック制御する。本実施形態では、各燃焼室2における混合気空燃比は、ECU20により、基本的に概ね理論空燃比付近に保たれる。

#### 【0021】

さて、ポート噴射用インジェクタ10pと筒内噴射用インジェクタ10cとを備えた内燃機関1では、性能向上およびエミッションの低減化の観点から、ポート噴射用インジェクタ10pを用いるポート噴射モードと筒内噴射用インジェクタ10cを用いる筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードが比較的頻繁に切り換えられるが、本発明者らの研究によれば、筒内噴射用インジェクタから燃料が噴射された場合、図2に示されるように、ポート噴射用インジェクタから燃料が噴射された場合に比べて、排気ガス中の水素濃度が例えば0.1~0.3%程度高まる（なお、図2において、白抜矢印は、水素濃度の変動範囲を例示する。）。そして、例えば排気ガス中の水素濃度が例えば0.1%程度増加した場合、空燃比センサの出力（排気空燃比）の変動量AFは、図3からわかるように、およそ0.2~0.3程度にも達する。従って、内燃機関1においても、何ら対策を施さなければ、燃料噴射モードの切り換え後に、各燃焼室2における混合気空燃比が目標値から過剰に逸脱し、機関性能の低下やエミッションの悪化を招くおそれがある。

#### 【0022】

そこで、本実施形態の内燃機関1では、ポート噴射モードと筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードが切り換えられると、ECU20により、各燃焼室2における混合気空燃比を目標値に精度よく設定して性能向上とエミッションの低減化を図るべく、図4に示されるルーチンが実行される。すなわち、内燃機関1のECU20は、ポート噴射モードから筒内噴射モードへと、あるいは、筒内噴射モードからポート噴射モードへと燃料噴射モードが切り換えられたと判断すると、まず、図示されないクランク角センサやエアフローメータ等の検出値に基づいて、機関回転数と機関負荷とを取得する(S10)。

#### 【0023】

ここで、内燃機関1では、各燃焼室2における水素濃度と機関回転数および機関負荷との相関を規定する水素濃度マップが、ポート噴射用インジェクタ10pを用いるポート噴射モードと、筒内噴射用インジェクタ10cを用いる筒内噴射モードとの双方について用意されており、ECU20の記憶装置に予め格納されている。そして、S10にて機関回転数と機関負荷とを取得すると、ECU20は、ポート噴射モード用の水素濃度マップから、各ポート噴射用インジェクタ10pから燃料が噴射されており、かつ、機関回転数および機関負荷がS10にて取得された値となっている場合の燃焼室2における水素濃度Cpを求めると共に、筒内噴射モード用の水素濃度マップから、各筒内噴射用インジェクタ10cから燃料が噴射されており、かつ、機関回転数および機関負荷がS10にて取得された値となっている場合の燃焼室2における水素濃度Ccを求める(S12)。

#### 【0024】

S12にてポート噴射モード時の水素濃度Cpと筒内噴射モード時の水素濃度Ccとを求めると、ECU20は、求めた水素濃度Cpと水素濃度Ccとの偏差の絶対値  $C = |C_p - C_c|$  を算出する(S14)。そして、ECU20は、S14にて求めた水素濃度の偏差の絶対値Cが予め定められている閾値を上回っているか否かを判定する(S16)。S16にてCが閾値を上回っていると判断される場合、ポート噴射モードと筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードを切り換えたことにより、切り換えの前後で各燃焼室2における水素濃度がある程度変動していることになる。

#### 【0025】

S16にてCが上記閾値を上回っていると判断した場合、ECU20は、図示されない燃料噴射回数カウンタのカウント値に基づいて、燃料噴射モードが切り換えられた後の燃料噴射回数nを読み込む(S18)。更に、ECU20は、S18にて読み込んだ燃料噴射回数nが予め定められた閾値 $n_R$ を下回っているか否かを判定し(S20)、燃料噴射

10

20

30

40

50

回数  $n$  が当該閾値  $n_R$  を下回っていると判断した場合、各燃焼室 2 における混合気の空燃比をフィードバック制御する際に用いられるフィードバックゲインを予め定められている過渡時の値に設定する (S 2 2)。S 2 2 にて設定される過渡時用のフィードバックゲインは、ポート噴射モードおよび筒内噴射モード時に用いられる通常時のフィードバックゲインよりも小さな値とされている。

【 0 0 2 6 】

S 2 2 にてフィードバックゲインを過渡時の値に設定すると、ECU 2 0 は、再度 S 1 8 にて燃料噴射モードが切り換えられた後の燃料噴射回数  $n$  を読み込み、更に、S 2 0 にて燃料噴射回数  $n$  が閾値  $n_R$  を下回っているか否か判定する。そして、ECU 2 0 は、S 2 0 にて、燃料噴射モードが切り換えられた後の燃料噴射回数  $n$  が閾値  $n_R$  に達したと判断するまで (S 2 0 にて否定判断するまで)、フィードバックゲインを過渡時の値に設定する (S 2 2)。一方、S 2 0 にて燃料噴射回数  $n$  が閾値  $n_R$  に達したと判断すると、ECU 2 0 は、各燃焼室 2 における混合気の空燃比をフィードバック制御する際に用いられるフィードバックゲインを予め定められている通常時の値に設定し (S 2 4)、本ルーチンを終了させる。

【 0 0 2 7 】

このように、本実施形態の内燃機関 1 において、各燃焼室 2 における混合気の空燃比をフィードバック制御する際に用いられるフィードバックゲインは、ポート噴射モードと筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードが切り換えられた後に一時的に低下させられることになる。これにより、ポート噴射モードと筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードが切り換えられた直後に、各燃焼室 2 における水素濃度 (排気ガス中の水素濃度) が変動しても、フィードバック制御される空燃比が目標値から過剰に逸脱してしまうことを抑制することが可能となり、燃料噴射モードを切り換えた際に各燃焼室 2 における混合気の空燃比を好適範囲内に良好に保つことができる。この結果、内燃機関 1 では、空燃比制御の精度を向上させることができるので、ポート噴射モードと筒内噴射モードとを適切なタイミングで切り換えることにより、その性能を向上させると共にエミッションの低減化を図ることが可能となる。

【 0 0 2 8 】

また、本実施形態では、ポート噴射モードと筒内噴射モードとの間で燃料噴射モードが切り換えられてから、燃料噴射回数  $n$  が閾値  $n_R$  に達するまでの間、すなわち、所定回数の燃焼サイクルが完了するまでの間、フィードバックゲインが低下させられる。これにより、ポート噴射時における空燃センサ 1 7 の検出遅れ、すなわち、ポート噴射用インジェクタ 1 0 p と燃焼室 2 との間の距離に依存する空燃比の検出遅れに起因した空燃比の目標値からの逸脱を最小限にするように、燃料噴射モードの切り換え後にフィードバックゲインを低下させる期間を適切 (必要最小限) に設定することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 本発明による内燃機関を示す概略構成図である。

【 図 2 】 ポート噴射時と筒内噴射時との間における排気ガス中の水素濃度の変化を示すグラフである。

【 図 3 】 水素濃度と空燃比センサの出力との関係を示すグラフである。

【 図 4 】 図 1 の内燃機関において燃料噴射モードが切り換えられた際に実行されるルーチンを説明するためのフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 0 】

- 1 内燃機関
- 2 燃焼室
- 4 吸気ポート
- 1 0 p ポート噴射用インジェクタ
- 1 0 c 筒内噴射用インジェクタ

10

20

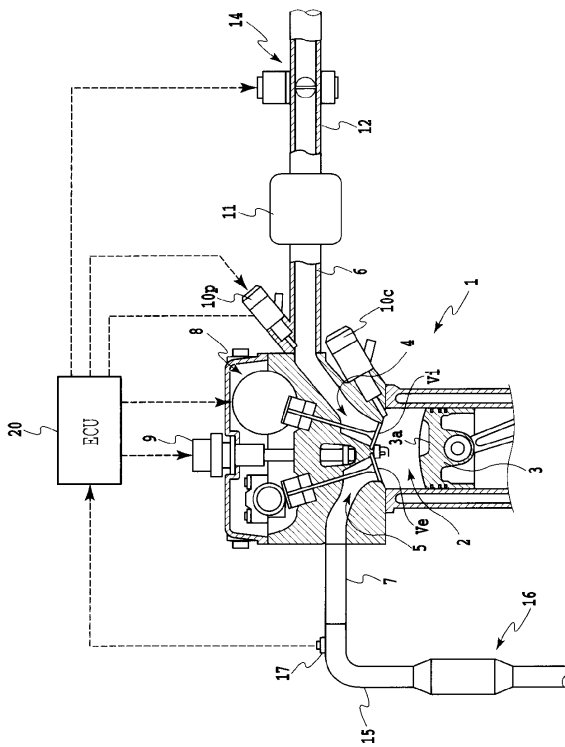
30

40

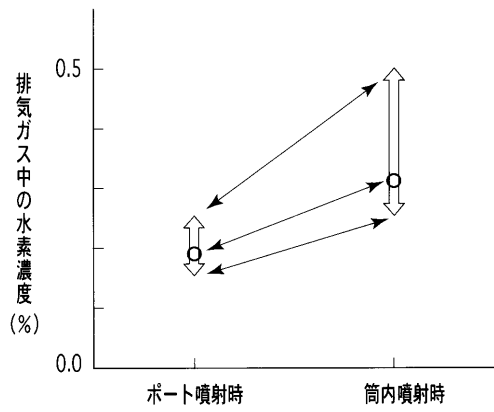
50

- 17 空燃比センサ
- 20 ECU

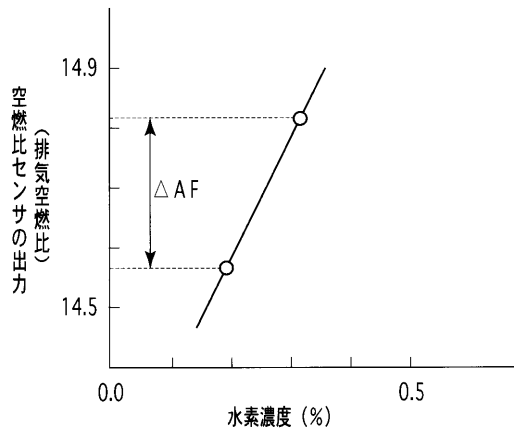
【図1】



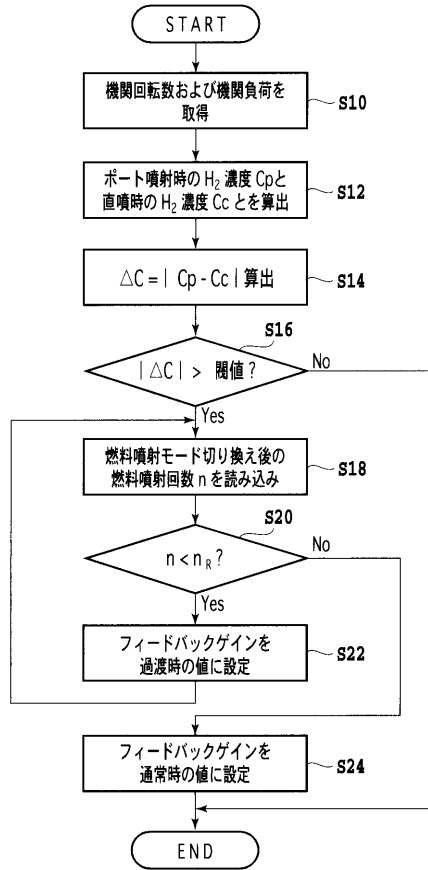
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平07-158478(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 41/00

F02D 45/00