

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5759142号
(P5759142)

(45) 発行日 平成27年8月5日(2015.8.5)

(24) 登録日 平成27年6月12日(2015.6.12)

(51) Int.Cl.		F I			
FO2D 41/34	(2006.01)	FO2D	41/34		H
FO2D 41/04	(2006.01)	FO2D	41/04		3 2 5 F
FO2D 41/20	(2006.01)	FO2D	41/20		3 2 5
FO2D 45/00	(2006.01)	FO2D	45/00		3 1 2 N
		FO2D	45/00		3 4 0 C

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-247679 (P2010-247679)	(73) 特許権者	509186579
(22) 出願日	平成22年11月4日(2010.11.4)		日立オートモティブシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2012-97693 (P2012-97693A)		茨城県ひたちなか市高場2520番地
(43) 公開日	平成24年5月24日(2012.5.24)	(74) 代理人	100091096
審査請求日	平成25年2月12日(2013.2.12)		弁理士 平木 祐輔
審判番号	不服2014-20277 (P2014-20277/J1)	(74) 代理人	100105463
審判請求日	平成26年10月7日(2014.10.7)		弁理士 関谷 三男
		(74) 代理人	100102576
			弁理士 渡辺 敏章
		(72) 発明者	豊原 正裕
			茨城県ひたちなか市高場2520番地 日
			立オートモティブシステムズ株式会社内
		(72) 発明者	藤井 義久
			茨城県ひたちなか市高場2520番地 日
			立オートモティブシステムズ株式会社内
			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】

コイルに励磁電流を供給することで弁体を作動させて燃料を噴射させる燃料噴射弁を備え、燃料を直接燃焼室に噴射する内燃機関の制御装置であって、

該制御装置は、前記内燃機関の空燃比を検出する空燃比検出手段と、前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、該運転状態検出手段により検出される前記内燃機関の運転状態に基づいて少なくとも3通りの燃料噴射回数を設定する噴射回数設定手段と、前記燃料噴射弁を開弁駆動するための前記励磁電流のパルス幅を駆動制御する駆動制御手段と、前記パルス幅を学習するパルス幅学習手段と、を備え、

前記駆動制御手段は、前記燃焼室に噴射される燃料噴射量に相当する有効パルス幅と、前記燃料噴射弁の開弁及び閉弁遅れに相当し且つ前記燃料噴射回数に依存しない無効パルス幅と、を算出し、

前記パルス幅学習手段は、前記空燃比検出手段によって検出される前記空燃比に基づいて有効パルス幅と無効パルス幅をそれぞれ学習するようになっており、

該パルス幅学習手段は、燃料噴射回数が増加した際の前記空燃比の変化を前記無効パルス幅として学習し、燃料噴射回数が増加しない場合の前記空燃比の変化を前記有効パルス幅として学習するとともに、前記内燃機関の回転数とトルクとに基づいて前記噴射回数設定手段により設定される前記少なくとも3通りの燃料噴射回数の変化に応じた前記空燃比の変化を、前記無効パルス幅として学習することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】

前記噴射回数設定手段により燃料噴射回数が設定された後、前記燃料噴射弁の無効パルス幅の学習が開始されるまで、前記燃料噴射回数が変更されないようになってい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】

燃料噴射回数の変更後の回数が増える場合に、前記燃料噴射弁の無効パルス幅の学習が開始されるまで、前記燃料噴射回数が変更されないようになっていることを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

燃料を複数回に分けて前記燃焼室に噴射する際の 1 回当たりの前記励磁電流のパルス幅が所定範囲内にある時に、前記パルス幅学習手段が前記無効パルス幅を学習するようになってい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。

10

【請求項 5】

前記パルス幅学習手段は、前記内燃機関の前記燃料噴射弁にかかる燃料圧力及び前記燃料噴射弁のコイルに供給される励磁電流の形態の少なくとも一方をパラメータとして用いて、前記無効パルス幅を学習するようになってい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 6】

前記パルス幅学習手段により学習される前記無効パルス幅が、予め設定された設定範囲内に制限されるようになってい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。

20

【請求項 7】

前記燃料噴射弁の前記有効パルス幅と前記無効パルス幅の学習の更新は同時に実施されず、いずれか一方の更新が停止された後に、他方の更新が実施されるようになってい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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関には、運転状態に応じて適切な燃料噴射量の演算を行い、その演算結果に基づいて、燃料を噴射するための燃料噴射弁を駆動させる燃料噴射制御装置が備えられている。この燃料噴射弁は、噴射弁が開弁及び閉弁状態を保持できるように、内蔵されているコイルに電流を流すことで発生する磁気力によって、前記燃料噴射弁を構成している弁体の開閉を行い、該開弁期間に応じた燃料の噴射を行うものである。そして、噴射される燃料量は、主に燃料の圧力と燃料噴射弁の噴口部の雰囲気圧力との差圧や、弁体を開状態に維持して燃料を噴射させる時間により決定される。したがって、適切な量の燃料噴射を行うためには、燃料の圧力に応じて燃料噴射弁の開弁を維持する時間を設定すると共に、弁体の開閉動作を迅速かつ精度良く行うことが必要である。

30

【0003】

また、前記内燃機関への燃料噴射においては、1 燃焼中に 1 回噴射するのが一般的であるが、要求燃料噴射量を複数回に分割して少量ずつ噴射することで、燃焼室内での混合気形成において均質化や燃料微粒化が実現され、アイドル運転の安定性や排気ガスの浄化を改善できると共に、出力向上にも繋がるということが知られている。図 19 はこの関係の一例を示したものである。図示するように、燃料噴射回数の増加に伴って、燃料噴射弁からの噴射燃料の微粒化が促進され、燃焼室内の混合気の均質性も向上し、内燃機関の燃焼性能が向上して、アイドル運転の運転性や出力が向上し、内燃機関からのすすの発生が抑制される。

40

【0004】

このように、内燃機関の性能向上の要求に伴い、少量の燃料噴射が可能な燃料噴射弁と

50

燃料噴射装置が求められている。しかし、少量の燃料噴射を行う場合には、燃料噴射弁の開弁を維持する時間を短くする必要があるため、この燃料噴射弁の開弁維持時間に対して、弁体が閉弁状態から開弁状態に至るまでの時間と開弁状態から閉弁状態に至るまでの時間（無効パルス）が占める割合が大きくなり、この無効パルスの誤差が燃料の噴射量の精度に直接大きな影響を与えることになる。そこで、複数回に分割して燃料噴射する際に精度良く燃料噴射を行うために、燃料噴射弁の無効パルス制御の精度を向上させる以下の方法が知られている。

【0005】

特許文献1では、無効パルス制御の精度を向上させる方法として、燃料噴射しない十分に短い燃料噴射パルス幅から徐々に燃料噴射パルス幅を大きくしていく制御を行いながら、コモンレールの燃圧計測値の変化を検出して、実際に燃料噴射が開始される燃料噴射パルス幅を特定する方法が開示されている。

10

【0006】

また、特許文献2では、燃料噴射を複数回に分割して制御している時に複数回噴射を停止して1回噴射に制御し、その1回噴射を行った時の空燃比と複数回噴射を行った時の空燃比の違いによって、燃料噴射弁の無効パルスを学習する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2006-125371号公報

20

【特許文献2】特開平6-257497号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1に開示の方法においては、燃料噴射弁の無効パルス分として、当該運転状態における燃料噴射弁の閉弁状態から開弁状態になる位置は特定できるものの、燃料噴射弁の閉弁または燃料噴射弁に印加されている燃料圧力の違いの影響については判定することができない。

【0009】

また、特許文献2に開示の方法においては、燃料噴射弁を用いて分割噴射している時に1回噴射に切替えることで、この燃料噴射弁の無効パルス分を学習できるものの、複数回に分けて燃料噴射することによる内燃機関の性能向上を阻害するという問題がある。

30

【0010】

本発明は、前記問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、内燃機関の性能向上を妨げる事無く、精度良く燃料噴射量を制御できる内燃機関の制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記する課題を解決するために、本発明にかかる内燃機関の制御装置は、コイルに励磁電流を供給することで弁体を作動させて燃料を噴射させる燃料噴射弁を備え、燃料を複数回に分けて直接燃焼室に噴射する内燃機関の制御装置であって、内燃機関の燃料噴射回数に基づいて、燃料噴射弁の無効パルス幅と有効パルス幅を学習する手段を備える。

40

【発明の効果】

【0012】

以上の説明から理解できるように、本発明によれば、内燃機関の要求噴射量を複数回に分けて噴射する際においても、内燃機関の性能向上を妨げる事無く、燃料噴射精度を維持あるいは向上させることができる。

【0013】

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 4 】

【図 1】本発明に係る制御装置の一実施形態が適用される内燃機関の全体構成図。

【図 2】本発明に係る制御装置の一実施形態の構成図。

【図 3】内燃機関の運転状態と燃料噴射回数との関係を示した図。

【図 4】燃料噴射弁動作のタイムチャートの一例を示した図であり、(A)は燃料噴射弁駆動パルス信号、(B)はその駆動電流波形、(C)は燃料噴射弁内バルブ動作を時系列で示した図。

【図 5】同一燃料噴射量における燃料噴射回数違いでの有効パルスと無効パルスの関係を示した図であり、(A)は燃料噴射回数を 1 回とした場合の有効パルスと無効パルスの関係を示した図、(B)は燃料噴射回数を 3 回とした場合の有効パルスと無効パルスの関係を示した図。

10

【図 6】燃料噴射回数と燃料噴射パルスに対する無効パルスの占める割合との関係を示した図。

【図 7】燃料噴射弁の流量特性を示した図。

【図 8】内燃機関の空燃比と性能の関係を示した図。

【図 9】燃料噴射回数と燃料噴射弁学習マップの関係を示した図。

【図 10】燃料噴射回数の変化による燃料噴射弁の噴射量学習のタイムチャートの一例を示した図であり、(A)は燃料噴射回数、(B)は 1 回当たりの燃料噴射パルス幅、(C)は空燃比の変化を時系列で示した図。

【図 11】燃料噴射弁学習マップの格子設定の一例を示した図。

20

【図 12】燃料噴射回数の変化による無効パルス幅学習の一例を示した図であり、(A)は図 11 で示す学習マップの一部を示した図、(B)は燃料噴射回数、(C)は空燃比の変化を時系列で示した図。

【図 13】燃料噴射回数の変化による燃料噴射弁のパルス幅学習のタイムチャートの一例を示した図であり、(A)は燃料噴射回数、(B)は 1 回当たりの燃料噴射パルス幅、(C)は空燃比の変化を時系列で示した図、(D)は有効パルス幅学習、(E)は無効パルス幅学習の実施を時系列で示した図。

【図 14】本発明に係る制御装置の制御フローチャート。

【図 15】燃料噴射弁にかかる燃料圧力と燃料噴射弁の無効パルス幅との関係を示した図。

30

【図 16】燃料噴射弁を駆動する駆動電流波形の形態と燃料噴射弁の無効パルス幅との関係を示した図。

【図 17】ばらつき要因に応じた無効パルス幅学習のフローチャート。

【図 18】1 回当たりの燃料噴射パルス幅とそれに対する無効パルス幅の占める割合との関係を示した図。

【図 19】内燃機関の燃料噴射回数と性能の関係を示した図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明に係る内燃機関の制御装置の実施の形態を、図面を参照して説明する。

【 0 0 1 6 】

40

図 1 は、本発明に係る制御装置が適用される内燃機関の基本構成図であり、図示する内燃機関 1 は、ピストン 2、吸気弁 3、排気弁 4 を備えている。吸気は、空気流量計 (AFM) 20 を通過してスロットル弁 19 に入り、分岐部であるコレクタ 15 を介して吸気管 10、吸気弁 3 を介して内燃機関 1 の燃焼室 21 へ供給される。燃料は、燃料タンク 23 から低圧燃料ポンプ 24 によって内燃機関 1 へと供給され、さらに高圧燃料ポンプ 25 によって燃料噴射に必要な圧力まで高められる。そして、燃料噴射弁 5 から内燃機関 1 のシリンダ 1a の燃焼室 21 に噴射供給され、点火コイル 7 により提供される電力を用いて点火プラグ 6 により点火される。ここで、燃料の圧力は燃料圧力センサ 26 によって計測されている。燃焼後の排気ガスは、排気弁 4 を介して排気管 11 へ排出され、排気管 11 は排気ガス浄化のための三元触媒 12 を備えている。なお、排気管 11 とコレクタ 15 は、

50

EGR (Exhaust Gas Recirculation: 排気ガス再循環装置) 弁 14 と EGR 通路 18 を介して連通され、吸気に排気ガスが混合されている。ECU (Engine Control Unit: エンジンコントロールユニット) 9 には燃料噴射制御装置 27 が内蔵され、内燃機関 1 のクランク角度センサ 16 の信号、AFM 20 の空気量信号、排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素センサ 13 の信号、アクセル開度センサ 22 のアクセル開度、燃料圧力センサ 26 等の信号が入力される。そして、ECU 9 は、アクセル開度センサ 22 の信号から内燃機関への要求トルクを算出するとともに、アイドル状態の判定等を行う。また、ECU 9 は、クランク角度センサ 16 の信号から内燃機関の回転数を演算する回転数検出手段と、水温センサ 8 から得られる内燃機関の水温と内燃機関始動後の経過時間等から三元触媒 12 が暖機された状態であるかを判断する手段を備えている。また、ECU 9 は、内燃機関 1 に必要な吸入空気量を算出し、それに見合った開度信号をスロットル弁 19 に出力するとともに、燃料噴射制御装置 27 は、その吸入空気量に応じた燃料量を算出して燃料噴射弁 5 に燃料噴射信号を出力し、点火プラグ 6 に点火信号を出力する。

10

【0017】

図 2 は、本発明に係る制御装置の構成の一実施形態を示したものである。

【0018】

図示する ECU 9 には燃料噴射制御装置 27 が内蔵され、燃料噴射制御装置 27 は燃料噴射弁 5 の駆動を制御するための駆動制御手段 28 を有し、この駆動制御手段 28 の演算結果に基づいて、駆動パルスが複数回に分けて燃料噴射弁 5 へ供給される。そして、燃料噴射弁 5 のコイル 5a へ励磁電流が供給されることでその弁体 (図示なし) が作動され、直接内燃機関 1 の燃焼室 21 内に燃料が噴射される。

20

【0019】

まず、燃料噴射弁 5 の弁体を作動させるための励磁電流の供給について説明する。燃料噴射制御装置 27 の高電圧生成回路 27a では、内燃機関のバッテリーの電源を元に、燃料噴射弁 5 の開弁に必要な高い電源電圧を生成する。そして、この高い電源電圧は、駆動回路 27d による電源電圧生成のための指令に応じて所望の電源電圧に変換される。燃料噴射弁駆動回路 (Hi) 27b では、前記高い電源電圧とバッテリー電源である低い電源電圧のいずれかを選択して燃料噴射弁 5 に供給する。燃料噴射弁 5 が閉弁から開弁する際には、高い電源電圧を供給して開弁に必要な開弁電流を流し、燃料噴射弁 5 の開弁状態を維持する場合には、電源電圧をバッテリー電圧に切替えて保持電流を流す。燃料噴射弁駆動回路 (Lo) 27c は、燃料噴射弁駆動回路 (Hi) 27b と同様に、燃料噴射弁 5 に駆動電流を流すための燃料噴射弁 5 の下流に設けた駆動回路である。これらの高電圧生成回路 27a、燃料噴射弁駆動回路 (Hi) 27b、燃料噴射弁駆動回路 (Lo) 27c は、駆動制御手段 28 からの制御信号が入力された駆動回路 27d により駆動制御されることで、燃料噴射弁 5 に所望の駆動電源及び駆動電流 (励磁電流) を供給し、燃料噴射弁 5 の駆動を制御することができる。ここで、この駆動回路 27d の駆動期間 (燃料噴射弁への通電時間) 及び駆動電源電圧値、駆動電流値は、駆動制御手段 28 にて算出された駆動電流波形等により制御されるものである。

30

【0020】

次に、駆動回路 27d へ制御信号を供給する駆動制御手段 28 と、この駆動制御手段 28 に入力されるパルス幅について説明する。ECU 9 は、内燃機関の空燃比を検出する空燃比検出手段 9a と、内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段 9b と、この運転状態検出手段 9b により検出される内燃機関の運転状態に基づいて燃料噴射回数を設定する噴射回数設定手段 9c と、無効パルス幅を学習するパルス幅学習手段 9d と、を備え、駆動制御手段 28 は、パルス幅学習手段 9d の学習結果に基づいて燃料噴射弁を開弁駆動するための励磁電流のパルス幅を、燃料噴射量に相当する有効パルス幅と燃料噴射弁の開弁及び閉弁遅れに相当する無効パルス幅として算出するパルス幅演算手段 28a と、燃料噴射弁の駆動波形を算出する駆動波形演算手段 28b とを備えている。なお、パルス幅学習手段 9d では、後述するように、必要に応じて有効パルス幅の学習を行うこともできる。また、有効パルス幅と無効パルス幅をそれぞれ異なるパルス幅学習手段により学習する

40

50

こともできる。このパルス幅学習手段 9 d では、運転状態検出手段 9 b の内燃機関の運転状態に基づいて燃料噴射回数が変更された際の空燃比検出手段 9 a の空燃比の変化を、パルス幅演算手段 2 8 a の無効パルス幅として学習する。そして、パルス幅演算手段 2 8 a の無効パルス幅や有効パルス幅を更新し、更新された燃料噴射弁の有効パルス幅と無効パルス幅の信号を駆動回路 2 7 d と駆動波形演算手段 2 8 b に出力し、駆動波形演算手段 2 8 b では、その有効パルス幅と無効パルス幅の信号と運転状態検出手段 9 b の内燃機関の運転状態に基づいて燃料噴射弁の駆動電流波形を算出して、駆動回路 2 7 d に出力する。駆動回路 2 7 d では、既述するように、これらの演算結果に基づいて高電圧生成回路 2 7 a、燃料噴射弁駆動回路(Hi) 2 7 b、燃料噴射弁駆動回路(Lo) 2 7 c を制御し、駆動パルス燃料噴射弁 5 に供給して燃料噴射弁 5 の駆動を制御する。

10

【 0 0 2 1 】

以上から、燃料噴射弁 5 の最適な駆動制御が行われ、内燃機関 1 の燃焼に必要な燃料量が燃焼室内に提供されることとなる。

【 0 0 2 2 】

図 3 は、内燃機関の運転状態と設定される燃料噴射回数の関係を示したものであり、同図横軸は回転数、縦軸はトルクである。

【 0 0 2 3 】

ECU 9 の噴射回数設定手段 9 c (図 2 参照)においては、たとえば図 3 で示す関係に基づいて、内燃機関の運転状態から燃料噴射回数が設定される。さらに、この燃料噴射回数は、たとえば、内燃機関の性能向上からの要求や燃料噴射弁が精度良く噴射できる最小噴射パルス幅、および燃料噴射制御装置の性能等から決定され、予め内燃機関の制御装置内に演算及び設定されているものである。

20

【 0 0 2 4 】

図 4 は、燃料噴射弁動作のタイムチャートの一例を示したものであり、同図を参照して、燃料噴射弁を開弁駆動するパルス幅と、燃料噴射量に相当する有効パルス幅と、燃料噴射弁の開弁及び閉弁遅れに相当する無効パルス幅との関係を説明する。ここで、図 4 (A) は燃料噴射弁駆動パルス信号、図 4 (B) はその駆動電流波形、図 4 (C) は燃料噴射弁内バルブ動作を時系列で示している。

【 0 0 2 5 】

図 4 (A) の燃料噴射弁駆動パルス信号は、パルス幅学習手段 9 d とパルス幅演算手段 2 8 a (図 2 参照)により算出されたパルス幅(TI)を示したものである。また、図 4 (B) の燃料噴射弁駆動電流波形は、高電圧生成回路 2 7 a と燃料噴射弁駆動回路(Hi) 2 7 b と燃料噴射弁駆動回路(Lo) 2 7 c にて生成された駆動電流波形の一例を示したものである。この燃料噴射弁駆動パルス信号に基づいて燃料噴射弁駆動電流波形により作動された燃料噴射弁 5 内のバルブ動作を図 4 (C) に示す。なお、同図上方が開弁状態、下方が閉弁状態を表している。図示するように、燃料噴射弁は、前記駆動パルス信号が供給された後に所定時間(Td-OP-a)を置いて開弁動作が完了し、駆動パルス信号の供給が停止された後に所定時間(Td-CL-a)を置いて閉弁動作が完了する。このような開弁時間(Td-OP-a)と閉弁時間(Td-CL-a)が燃料噴射弁の無効パルス幅となり、全体のパルス幅(TI)から無効パルス幅を差し引いた値が有効パルス幅として制御される。

30

40

【 0 0 2 6 】

次に、図 5 を参照して、同一燃料噴射量における燃料噴射回数と有効パルス及び無効パルスの関係について説明する。図 5 (A) は、燃料噴射回数を 1 回とした場合の有効パルス幅と無効パルス幅の関係、図 5 (B) は、噴射回数を 3 回とした場合の有効パルス幅と無効パルス幅の関係を示したものである。

【 0 0 2 7 】

図示するように、燃料噴射回数の増加に伴い、1 回当たりの噴射パルス幅が短くなり、1 回当たりの噴射パルス幅に対する無効パルス幅の占める割合が増加する。これは、無効パルス幅が要求噴射パルス幅に関係なく、燃料噴射弁のバルブ動作に付随して所定時間存在することに起因している。

50

【 0 0 2 8 】

図 5 で説明した燃料噴射回数と燃料噴射パルスに対する無効パルスの占める割合との関係を、グラフにより図 6 に示す。図 5 で説明したように、燃料噴射回数が増加すると、より一層無効パルスの占める割合が増加することとなる。

【 0 0 2 9 】

図 7 は燃料噴射弁の流量特性の一例を示したものであり、一点鎖線は燃料噴射弁の基本特性、その一点鎖線の上下の実線は燃料噴射弁のばらつきを示している。ここで、燃料噴射弁のばらつきは、燃料噴射弁の製造ばらつきや経時変化に起因するものであり、一般に知られているものであるため、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 3 0 】

同図には、同一噴射での 1 回噴射と 3 回噴射の場合の燃料噴射パルス幅と燃料噴射流量との関係が示されており、図 5 及び図 6 で説明したように、本図においても燃料噴射回数による 1 回当たりの噴射パルス幅の違いと燃料噴射パルス幅に対する無効パルス幅の占める割合の関係が示される。このように、燃料噴射回数が増加する、すなわち燃料噴射パルス幅が減少するにしたがって無効パルスの占める割合が増加し、この燃料噴射回数の違いが燃料噴射弁のもつ無効パルス幅のばらつきに関連することから、本実施形態では、この特徴を用いて燃料噴射弁の無効パルス幅のばらつきを抽出し、無効パルス幅の学習を行うこととする。

【 0 0 3 1 】

ここで、図 8 に内燃機関の空燃比とその性能との関係を示す。本図における関係は一般に知られている内燃機関の関係であるため、その詳細な説明は省略するが、燃料噴射を複数回に分けて行う場合においても、内燃機関の空燃比制御を精度良く行うことが内燃機関の性能向上に繋がるために不可欠であることが分かる。

【 0 0 3 2 】

次に、図 9 は、従来の燃料噴射回数と燃料噴射弁学習マップの関係を示したものであり、図示する燃料噴射回数は、図 3 に示す関係に基づいて設定された噴射回数の一例である。また、学習マップ中の点線で示した格子は、燃料噴射弁の噴射量の学習を行うための運転領域毎に割り当てたエリアを示したものであり、燃料噴射弁の学習格子と燃料噴射弁の燃料噴射回数は独立した関係にある。

【 0 0 3 3 】

図示するように、同一学習格子エリア内において燃料噴射回数が異なる際に、燃料噴射弁の無効パルス幅のばらつきが発生している場合には、図 5 から図 7 で説明した燃料噴射回数と無効パルスの占める割合との関係により、精度良く燃料噴射弁の噴射量を学習することができない。そこで、本実施形態においては、所望の噴射回数を維持しつつ、燃料噴射弁の無効パルスと有効パルスのばらつきをそれぞれ別に学習して、燃料噴射精度を向上させることとする。図 10 以降を参照して、本実施形態による燃料噴射制御について説明する。

【 0 0 3 4 】

図 10 は、本実施形態による燃料噴射回数の変化に対する燃料噴射弁の噴射量学習のタイムチャートの一例を示したものである。ここで、図 10 (A) は燃料噴射回数、図 10 (B) は 1 回当たりの燃料噴射パルス幅、図 10 (C) は空燃比の変化を時系列で示している。

【 0 0 3 5 】

図 10 (A) 及び図 10 (B) で示すように、燃料噴射回数の増加に伴って、パルス幅が短くなる。また、図 10 (C) で示す内燃機関の空燃比の変化については、実際には、排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素センサ 13 (図 1 参照) の信号を用いて、内燃機関の制御装置によりフィードバック制御が実施されるため、同図で示すような空燃比変化が維持されることはない。しかし、説明の便宜上、燃料噴射回数の変化に伴って空燃比が変化した状態を維持するように示している。

【 0 0 3 6 】

図示するように、燃料噴射弁の無効パルス幅がばらついている場合には、燃料噴射回数
が変化する毎に、A及びBのように内燃機関の空燃比が変化することとなる。本実施
形態においては、このA及びBを無効パルス幅として補正することにより、精度良く
燃料噴射弁の無効パルスのばらつきを学習することが可能となる。また、図10(B)で
示す許容最小パルス幅は燃料噴射弁が精度良く噴射できる最小パルス幅であり、噴射要求
パルス幅が当該パルス幅よりも短くなった場合には無効パルス幅を正確に学習すること
ができない。したがって、そのような場合には無効パルス幅の学習が行われないうにす
れば良い。また、図18で後述するように、1回当たりの燃料噴射パルスに対して無効パ
ルスの占める割合が大きい(すなわち、1回当たりの燃料噴射パルス幅が小さい)ほど、
内燃機関の空燃比に対する無効パルスばらつきの影響が大きい。したがって、1回当たりの
燃料噴射パルス幅が所定値よりも大きい場合には無効パルス幅の学習が行われないうに
することもできる。

10

【0037】

図9で示す従来の燃料噴射弁学習マップに対し、本実施形態で用いる燃料噴射回数と燃
料噴射弁学習マップの格子設定の一例を、図11を参照して説明する。

【0038】

図9で説明したように、従来の燃料噴射弁学習マップでは、燃料噴射弁の学習格子と燃
料噴射弁の燃料噴射回数が独立した関係にあるために、その格子で分けられた同一エ
リア内で燃料噴射回数が異なる場合には、精度良く燃料噴射弁の学習を行うことが
できない。そこで、図11で示す学習マップでは、その学習精度を保つために、図10
で説明した無効パルス幅の補正とは別に、燃料噴射弁の学習格子と燃料噴射弁の噴射
回数の変更を合致させ、さらに精度の高い無効パルスのばらつきの学習を実現する。
なお、図示する学習マップは、内燃機関の運転状態に基づいて噴射回数設定手段9c
(図2参照)により設定された燃料噴射回数に応じて、その学習マップのそれぞれの
エリアの値を設定することができる。また、予め燃料噴射回数毎に異なる学習マ
ップを用意しておき、内燃機関の運転状態に基づいて設定された燃料噴射回数に
応じて、それらの学習マップから最適な学習マップを選択して使用することも
できる。

20

【0039】

これにより、燃料噴射弁の無効パルスと有効パルスの分割が不要となり、従来の1回
噴射と同様の方法で、簡便に無効パルスのばらつきを学習することができる。な
お、この場合には、燃料噴射回数設定のバリエーションに対する学習格子設定が必
要となるため、従来技術に対して学習格子を細かく且つ複雑に設定する必要がある。

30

【0040】

図12は、図11で示す燃料噴射弁学習マップを用いた、燃料噴射回数の変化による無
効パルス幅学習の一例を示したものである。ここで、図12(A)は図11で示す学習マ
ップの一部を示した図、図12(B)は燃料噴射回数、図12(C)は空燃比の変化を時
系列で示した図である。

【0041】

図12(A)で示す格子は、図11で説明した燃料噴射弁の学習マップの格子を示した
ものである。また、その格子中の矢印は、内燃機関の運転状態が変化した場合の燃
料噴射回数の変化の一例を示したものである。図12(A)で示す例によれば、内燃機
関の運転状態が学習マップの格子を跨いだことにより、燃料噴射弁の要求噴射回
数がa回からb回に変化している。図12(B)における燃料噴射回数の点線は、そ
の要求燃料噴射回数(格子内の噴射回数に相当)を示したものであり、実線は要
求燃料噴射回数に基づいて実行される実際の燃料噴射回数を示したものである。
図示するように、内燃機関の運転状態が変化し、要求燃料噴射回数の変更がな
された場合においても、燃料噴射回数を所定期間変更せず、前回の燃料噴射回
数を維持継続し、所定期間経過後、その燃料噴射回数を要求燃料噴射回数に
変更する。

40

【0042】

これにより、同一の内燃機関の運転状態において燃料噴射回数を変更することが可能と

50

なり、より正確に燃料噴射の無効パルスばらつき成分を抽出することができ、内燃機関が要求する燃料噴射回数と実行要求との違いを最小限に抑制することができる。さらに、図12(C)の空燃比のずれZ(燃料噴射回数の変更がない場合の空燃比ずれ)については、燃料噴射弁の有効パルスのずれとして学習し、空燃比のずれAについては、図10で説明したような燃料噴射弁の無効パルスのずれとして学習し、燃料噴射弁のずれの要因に分割してより精度良くパルスのばらつきを学習することが可能となる。ここで、燃料噴射回数を所定期間変更せずに前回の燃料噴射回数を維持継続することは、燃料噴射回数が少ない状態から多い状態に移行する際に、上記する方法によって燃料噴射弁の最小噴射量を下回る事無く燃料噴射を複数回実施でき、燃料噴射弁の流量特性を確保している範囲内で制御できることから好ましい。しかしながら、燃料噴射の最小噴射量を下回る事無く燃料噴射回数を維持できる場合には、前回の燃料噴射回数を維持継続する必要はない。

10

【0043】

図13は、図12で説明した本実施形態に係る燃料噴射回数の変化による燃料噴射弁のパルス幅学習の一例を更に詳細に説明したタイムチャートである。ここで、図13(A)は燃料噴射回数、図13(B)は1回当たりの燃料噴射パルス幅、図13(C)は空燃比の変化を時系列で示した図、図13(D)は有効パルス幅学習、図13(E)は無効パルス幅学習の実施を時系列で示した図である。なお、図13(C)で示す空燃比については、図10で説明したように、内燃機関の運転状態や燃料噴射回数に応じてその空燃比が一時的に変化しても、その後、排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素センサ13(図1参照)の信号を用いて、内燃機関の制御装置によりフィードバック制御が実施されるため、その空燃比の変化が抑制されている。

20

【0044】

図示するタイムチャートの前半の領域は、実施する燃料噴射回数が変更されない状態であって、内燃機関の運転状態が変化することで空燃比変化が発生した状態を示しており、その場合には燃料噴射弁の有効パルス幅を学習(「ベース学習」という)する。次に、タイムチャートの後半の領域は、図12で説明した燃料噴射回数に変更された状態であって、それによって空燃比変化が発生した状態を示したものであり、その場合には燃料噴射弁の有効パルス幅学習は更新されず、燃料噴射弁の無効パルス幅学習(「TS学習」という)が更新される。ここで、TS学習の2点鎖線で示す部品ばらつき上限及び部品ばらつき下限は、製造ばらつきや経時変化に起因する燃料噴射弁の無効パルスばらつきを示しており、その上下限値の範囲内でのみ無効パルス幅学習が更新されるように、燃料噴射弁の無効パルス幅学習の更新制限(学習値制限)を設けている。このような更新制限を設けることで、燃料噴射弁の学習が所定範囲内でのみ行われ、その結果、空燃比が所望の値に収束し、精度良く燃料噴射弁の噴射量を制御することができる。

30

【0045】

このような図12や図13で説明する方法を実施することによって、図11で述べた学習マップの格子の複雑な設定が不要となり、燃料噴射を複数回行う本発明の内燃機関の制御装置においても、更に精度良く燃料噴射弁の学習を行うことができる。

【0046】

次に、図14は、本実施形態に係る制御装置の制御フローチャートである。

40

【0047】

内燃機関の制御装置の制御においては、まず、内燃機関の運転状態を検出し(S1401)、その内燃機関の運転状態に基づいて、燃料噴射弁の要求噴射回数を演算し(S1402)、内燃機関の運転状態と要求噴射回数に基づいて、1回当たりの燃料噴射パルス幅(TI)を演算する(S1403)。次いで、図12で説明したように、演算後の所定の時間経過後に、要求噴射回数に基づいて実行燃料噴射回数を演算して実行する(S1404)。そして、その燃料噴射の実行によって燃料噴射回数が変更されたか否かを判定し(S1405)、燃料噴射回数が変更された場合には、燃料噴射弁の有効パルス幅学習であるベース学習の更新を停止し(S1406)、燃料噴射弁の無効パルス幅学習を行う(S1407)。また、前記S1405において燃料噴射回数が変更されていないと判定された

50

場合には、燃料噴射弁の無効パルス幅学習の更新を停止し（S 1 4 0 8）、燃料噴射弁の有効パルス幅学習であるベース学習を行う（S 1 4 0 9）。そして、これらの燃料噴射弁の有効パルスと無効パルスの学習を反映させて、燃料噴射弁に対して燃料噴射パルスを出力する（S 1 4 1 0）。

【 0 0 4 8 】

上記するパルス幅学習に対し、図 1 5 から図 1 7 を参照して、ばらつき要因に応じた本発明の無効パルス幅学習について説明する。

【 0 0 4 9 】

まず、図 1 5 及び図 1 6 は、ばらつき要因となり得る燃料噴射弁にかかる燃料圧力や燃料噴射弁を駆動する駆動電流波形の形態と、燃料噴射弁の無効パルス幅との関係を示したものである。

10

【 0 0 5 0 】

図 1 5 の横軸は燃圧、縦軸は燃料噴射弁の無効パルス幅を示している。また、一点鎖線は、燃料圧力を検出する燃料圧力センサ 2 6（図 1 参照）の中央特性を示し、一点鎖線の上下の実線は、その燃料圧力センサの特性ばらつきを示したものである。図示するように、燃料圧力が増加するに伴って無効パルス幅のばらつきが増大し、燃料圧力検出値によって燃料噴射弁の無効パルス幅のばらつきが変化することから、燃料圧力をパラメータとして用いて燃料噴射弁の無効パルス幅を学習することで、その学習精度を向上させることができる。

【 0 0 5 1 】

20

また、図 4 で示す燃料噴射弁駆動電流波形の形態を変更すると、燃料噴射弁の開弁時間（Td-OP-a）及び閉弁時間（Td-CL-a）が変化する。さらに、この燃料噴射弁駆動電流波形の電流値は、駆動回路のばらつきにより所定範囲内でばらつきを持っている。したがって、図 1 6 で示すように、燃料噴射弁駆動電流波形の形態に応じて燃料噴射弁の無効パルス幅は変化し、さらにそれぞれの電流波形に固有のばらつきによって、燃料噴射弁の無効パルス幅も固有のばらつきを有することとなる。よって、燃料噴射弁にかかる燃料圧力と同様に、燃料噴射弁駆動電流波形の形態をパラメータとして用いて燃料噴射弁の無効パルス幅を学習することで、その学習精度を更に向上させることができる。

【 0 0 5 2 】

図 1 7 は、これら燃料圧力や燃料噴射弁駆動電流波形の形態等の、ばらつき要因をパラメータとして用いた場合の無効パルス幅学習のフローチャートである。

30

【 0 0 5 3 】

まず、内燃機関の燃料圧力センサ 2 6（図 1 参照）の燃圧値の入力処理を行い（S 1 7 0 1）、燃料噴射弁を駆動する電流波形（図 2 の駆動波形演算手段 2 8 b による）の選択を行う（S 1 7 0 2）。次に、既述したような燃料噴射回数の変化等によって燃料噴射無効パルス幅学習のための条件が成立したか否かを判定し（S 1 7 0 3）、それが成立した場合には、燃料圧力及び/又は燃料噴射弁駆動電流波形の形態をパラメータとして用いて燃料噴射弁の無効パルス幅の学習を行う（S 1 7 0 4）。

【 0 0 5 4 】

なお、図 1 7 で示す内燃機関の燃料圧力センサ 2 6 の入力処理と燃料噴射弁を駆動する電流波形の選択は、いずれか一方のみを行うこともできる。また、その双方を実施する場合にもその実施の順序を入れ替えることもできる。さらに、上記以外にばらつき要因がある場合には、それらを無効パルス幅学習のフローに適宜含めることができる。

40

【 0 0 5 5 】

また、図 1 7 で示す学習フローは適宜変更することができ、たとえば、まず、燃料噴射無効パルス幅学習のための条件が成立したか否かを判定し、その後、ばらつき要因の入力処理等を行い、それらをパラメータとして用いて無効パルス幅を学習することもできる。

【 0 0 5 6 】

次に、図 1 8 を参照して、無効パルス幅学習が行われる条件について説明する。同図は、1 回当たりの燃料噴射パルス幅とそれに対する無効パルス幅の占める割合との関係を示

50

したものである。

【 0 0 5 7 】

図 1 0 (B) において既述したように、1 回当たりの燃料噴射パルスに対して無効パルスの占める割合が大きいほど、無効パルスばらつきの影響が内燃機関の空燃比に顕著に現れることから、燃料噴射の無効パルス幅の学習においては、燃料噴射パルス幅に対して無効パルスの占める割合が所定値以上であることが望ましい。すなわち、1 回当たりの燃料噴射パルス幅が所定値以下である場合にこの無効パルス幅の学習が行われることが好ましい。したがって、図示するように、燃料噴射弁の無効パルス幅学習を、1 回当たりの燃料噴射パルス幅が所定範囲内にある場合にのみ許可することで、この無効パルス幅学習を最適化し、さらに簡素化することもできる。

10

【 0 0 5 8 】

以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明により、内燃機関の運転状態に応じて燃料噴射弁の燃料噴射を複数回に分けて実施する場合において、燃料噴射弁のばらつきを学習して精度良く燃料噴射量を制御することが可能となり、その結果、内燃機関の安定した空燃比制御を提供することができ、内燃機関の排気エミッション及び運転性悪化を回避することができる。

【 0 0 5 9 】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

20

【 0 0 6 0 】

また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

- 1 内燃機関
- 2 ピストン
- 3 吸気弁
- 4 排気弁
- 5 燃料噴射弁
- 6 点火プラグ
- 7 点火コイル
- 8 水温センサ
- 9 ECU (エンジンコントロールユニット)
- 1 0 吸気管
- 1 1 排気管
- 1 2 三元触媒
- 1 3 酸素センサ
- 1 4 EGR 弁
- 1 5 コレクタ
- 1 6 クランク角センサ
- 1 8 EGR 通路
- 1 9 スロットル弁
- 1 0 空気流量計 (A F M)
- 2 1 燃焼室
- 2 2 アクセル開度センサ

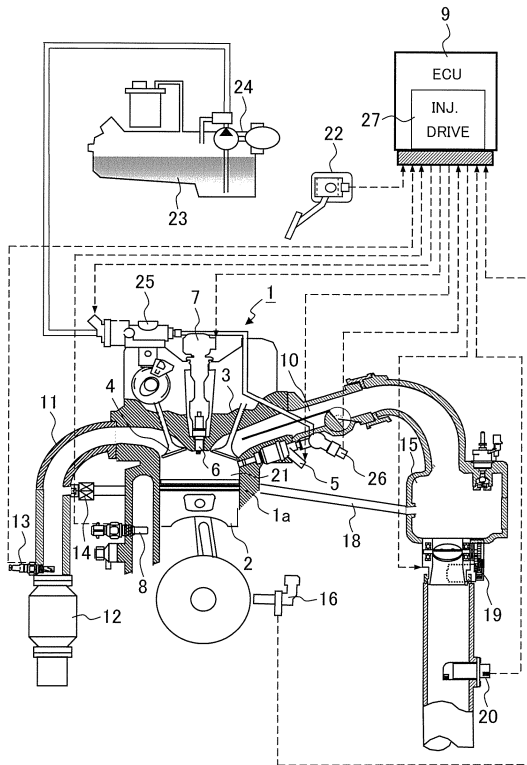
30

40

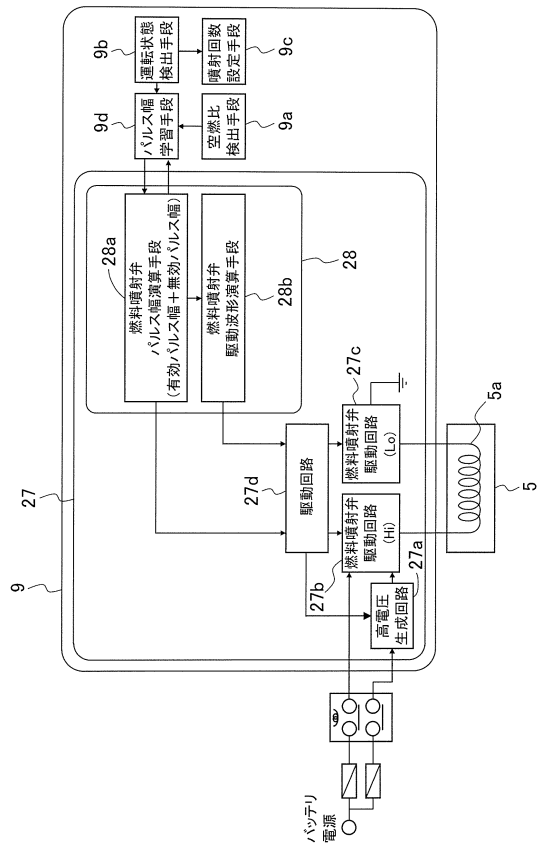
50

- 2 3 燃料タンク
- 2 4 低圧燃料ポンプ
- 2 5 高圧燃料ポンプ
- 2 6 燃料圧力センサ
- 2 7 燃料噴射制御装置
- 2 8 駆動制御手段

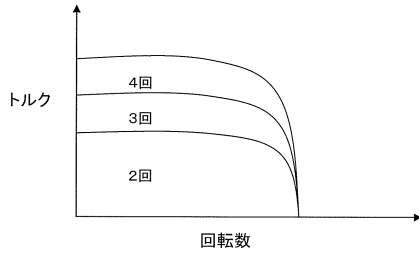
【図1】



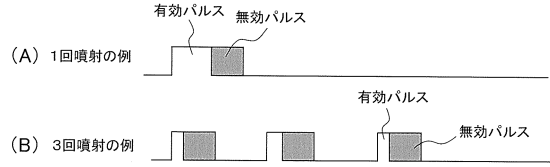
【図2】



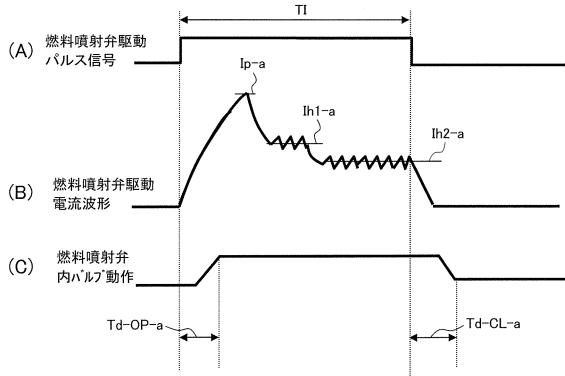
【図3】



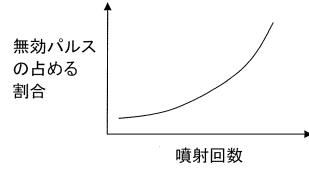
【図5】



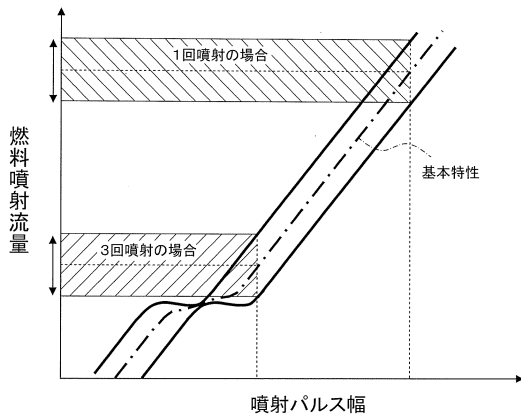
【図4】



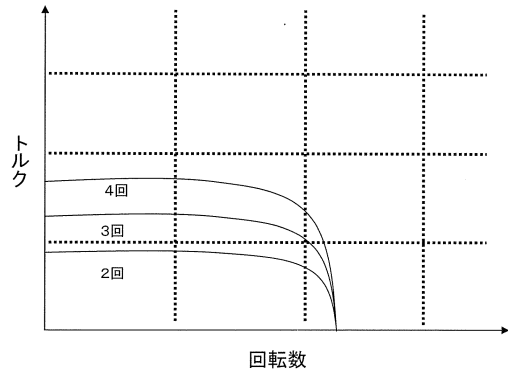
【図6】



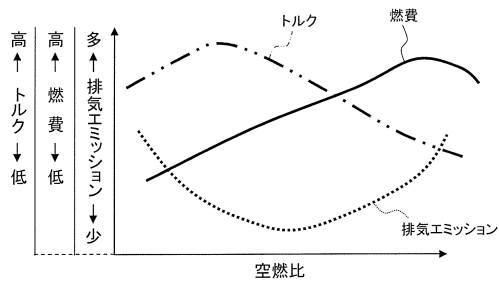
【図7】



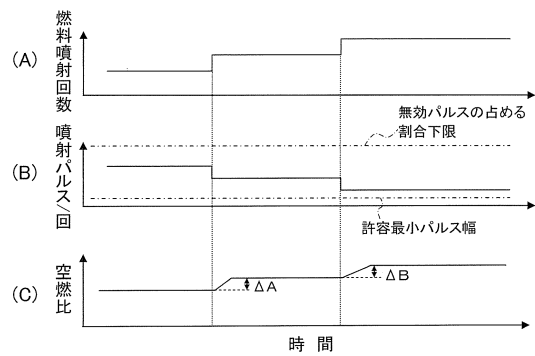
【図9】



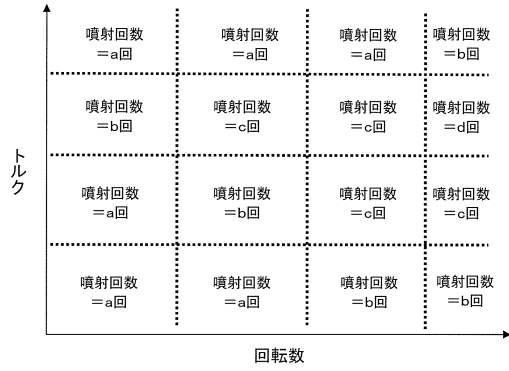
【図8】



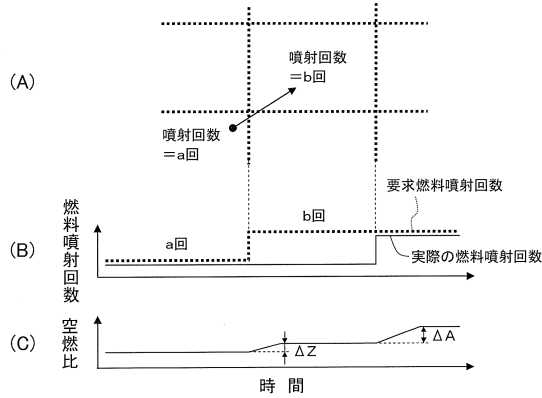
【図10】



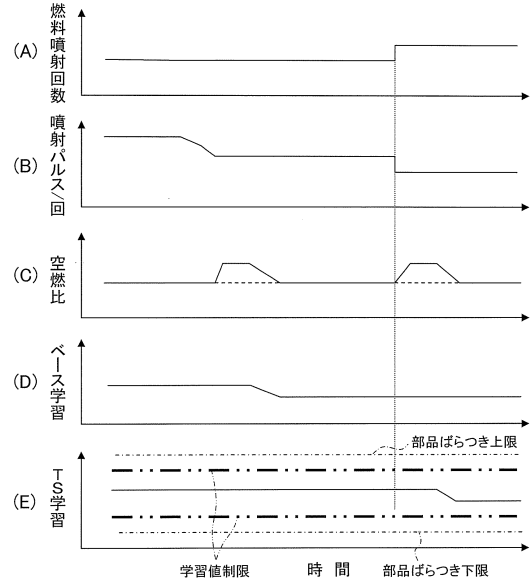
【図11】



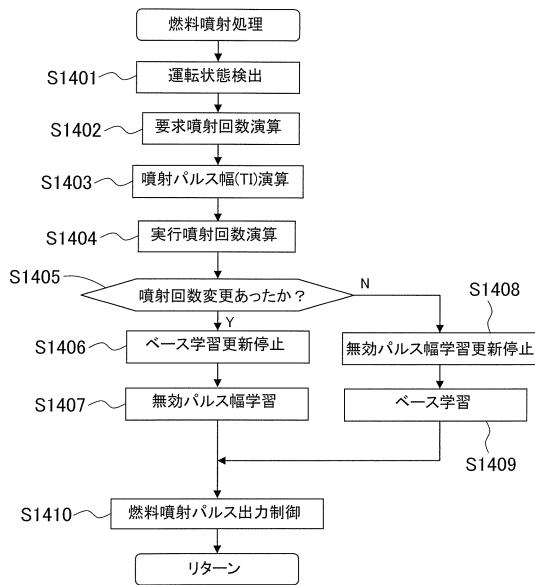
【図12】



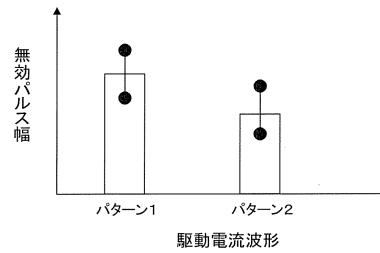
【図13】



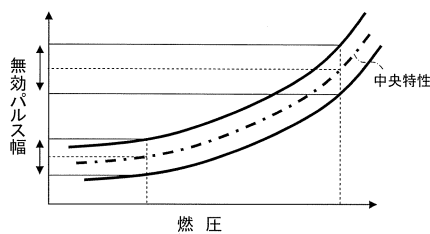
【図14】



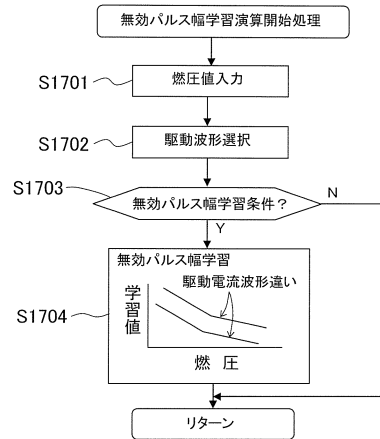
【図16】



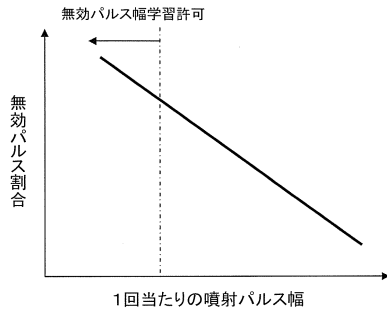
【図15】



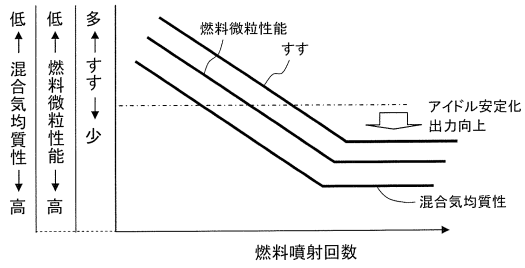
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

合議体

審判長 伊藤 元人

審判官 松下 聡

審判官 槇原 進

- (56)参考文献 特開平7 - 103020 (JP, A)
特開平11 - 200918 (JP, A)
特開2004 - 270531 (JP, A)
特開2006 - 125370 (JP, A)
特開2008 - 240682 (JP, A)
特開2006 - 348797 (JP, A)
特開平6 - 257497 (JP, A)
特開平8 - 284716 (JP, A)
特開2000 - 234549 (JP, A)
特開平10 - 196436 (JP, A)
特開2006 - 125371 (JP, A)
特開2011 - 179389 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D41/34

F02D41/04

F02D41/20

F02D45/00