

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料を高圧状態で蓄圧可能な蓄圧室（27）と、前記蓄圧室から供給される燃料を内燃機関（10）の燃焼室（23）に直接噴射する燃料噴射弁（21）と、低圧側から供給される燃料を高圧化して前記蓄圧室に供給する燃料ポンプ（26）と、前記蓄圧室内の燃圧を検出する燃圧検出手段（29）と、を備え、前記燃料としてアルコールを含むアルコール含有燃料の使用が可能である内燃機関の燃料噴射システムに適用され、

前記燃料噴射弁の燃料噴射量を制御する燃料噴射制御手段（40）と、

前記燃料噴射弁の燃料噴射量に基づき算出されるフィードフォワード項、及び目標燃圧と前記燃圧検出手段により検出される実燃圧との偏差に基づき算出されるフィードバック項によりポンプ制御量を算出し、そのポンプ制御量により前記燃料ポンプを制御するポンプ制御手段（40）と、

を備える燃料噴射制御装置であって、

前記燃料噴射制御手段は、始動手段（39）による前記内燃機関の始動開始後、燃料の燃焼に伴い所定の回転上昇が生じるまでの始動期間（ T_{st} ）で、前記燃料のアルコール濃度と機関温度とに基づき設定される始動時噴射量（ Q_1 ）により前記燃料噴射弁の燃料噴射を実施する第1噴射制御手段を有し、

前記ポンプ制御手段は、前記始動期間において、前記始動時噴射量に基づいて前記フィードフォワード項を算出するとともに、そのフィードフォワード項を用いて前記ポンプ制御量を算出する始動時制御手段を有していることを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 2】

前記燃料噴射制御手段は、機関回転速度と機関負荷とに基づき設定される始動後噴射量（ Q_2 ）により前記燃料噴射弁の燃料噴射を実施する第2噴射制御手段を有し、前記始動期間の終了時に、前記第1噴射制御手段の制御から前記第2噴射制御手段の制御に移行するものであり、

前記始動時制御手段は、前記始動期間の終了後にそれに引き続く付加期間（ T_{add} ）で、前記始動時噴射量に基づいて前記フィードフォワード項を算出するとともに、そのフィードフォワード項を用いて前記ポンプ制御量を算出する請求項1に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 3】

前記付加期間を、前記燃料のアルコール濃度及び前記機関温度の少なくともいずれかに基づいて設定する手段を備える請求項2に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 4】

前記始動手段による始動開始後において、前記始動期間が所定の判定期間（ T_{lim} ）よりも長引いているか否かを判定する判定手段と、

前記始動期間が前記判定期間よりも長引いていると前記判定手段により判定された場合に、前記始動期間内において前記目標燃圧を増加させる目標燃圧変更手段と、を備える請求項1乃至3のいずれか一項に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 5】

前記判定期間を、前記燃料のアルコール濃度及び前記機関温度の少なくともいずれかに基づいて算出する手段を備える請求項4に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 6】

前記目標燃圧変更手段は、前記目標燃圧の増加量（ α ）を、前記燃料のアルコール濃度及び前記機関温度の少なくともいずれかに基づいて算出する手段を備える請求項4又は5に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 7】

前記始動手段による前記内燃機関の始動開始後に、前記蓄圧室内の燃圧が所定の噴射許可燃圧（ P_1 ）となった場合に前記燃料噴射弁の燃料噴射を許可する噴射開始許可手段を備え、

10

20

30

40

50

前記始動時制御手段は、前記噴射許可燃圧を前記目標燃圧として前記フィードバック項を算出する請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の燃料噴射制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、自動車用の内燃機関として筒内噴射式の内燃機関が実用化されており、また、同内燃機関の燃料として、エタノール等のアルコールを含有させたアルコール含有燃料の利用が検討されている。この場合、筒内噴射式の内燃機関では、高圧ポンプにて高圧化された燃料が蓄圧配管としてのデリバリパイプに蓄えられ、そのデリバリパイプ内の高圧燃料が燃料噴射弁から燃焼室内に直接噴射される。また、高圧ポンプの燃圧制御として、機関運転状態に基づいて目標燃圧を設定するとともに、実際の燃圧（実燃圧）が目標燃圧に一致するよう燃圧フィードバック制御を実施する技術が知られている。

【0003】

ここで、アルコール含有燃料を用いる場合には、アルコール含有燃料がガソリンに比べて気化しにくいいため、低温始動性の低下が懸念される。特に氷点下の領域は物理的にエタノールの引火点以下であり、始動困難になることが考えられる。この点、燃料のアルコール濃度と機関温度とに基づいて始動時目標燃圧を設定する手段と、内燃機関の始動時に、始動時目標燃圧と実燃圧との差が所定値以下になるまで燃料噴射弁の燃料噴射を禁止する手段とを備える技術が提案されている（例えば特許文献 1 参照）。またこの場合、アルコール濃度が高いほど、又は機関温度が低いほど、始動時目標燃圧を高くすることが提案されている。

【0004】

上記構成では、内燃機関の始動時に、燃圧を始動時目標燃圧に上昇させてから燃料噴射が開始される。また、アルコール濃度や機関温度に応じて燃料の気化特性が異なっているも、そのアルコール濃度や機関温度に適した始動時目標燃圧が設定され、アルコール含有燃料を使用した場合であっても噴射燃料の気化を促し、低温始動性を向上させるようにしている。

【0005】

また、ガソリン燃料が用いられる場合の燃圧制御について言うとは一般には、スタータによる内燃機関の始動開始後において、機関回転速度が所定の始動判定値に達するまで（すなわち始動完了前）は、あらかじめ定めた所定吐出量により高圧ポンプが駆動され、初爆が生じて機関回転速度が始動判定値に達した後（すなわち始動完了後）に燃圧フィードバック制御が開始されるようになっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2010-37968 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、高圧ポンプによる燃圧フィードバック制御では一般的に、フィードフォワード項とフィードバック項とがそれぞれ算出されるとともに、それらフィードフォワード項及びフィードバック項により高圧ポンプの制御指令値が算出されるようになっている。より具体的には、フィードフォワード項は、燃料噴射弁の燃料噴射量に基づいて算出され、フィードバック項は、目標燃圧及び実燃圧の偏差と所定のフィードバックゲインとにより算出される。この場合、始動完了後に燃圧フィードバック制御が開始されることを想定すれば、フィードフォワード項は、始動完了後の燃料噴射量に基づいて算出される。

【0008】

ここで、アルコール含有燃料を用いる場合には、内燃機関の要求トルクが同じでもガソリン燃料に比べて噴射量が多くなり、始動開始後において周期的に燃料噴射が開始されることにより燃圧が大きく変動する。また、燃料のアルコール濃度が相違すると、それに応じて燃料噴射量が相違することから、やはり燃圧変動が生じることとなる。そのため、こうした燃圧の変動を抑制するには、燃圧フィードバック制御を早期に開始することが考えられる。

【0009】

しかしながら、既存の技術では、始動完了後に燃圧フィードバック制御を開始することを想定しており、始動開始当初における燃圧の変動を抑制できないといった不都合が生じる。そのため、内燃機関の始動に不都合が生じることが懸念される。

10

【0010】

本発明は、アルコール含有燃料を用いて内燃機関を始動させる際に燃圧の安定化を図り、ひいては内燃機関の始動を適正に実施することができる内燃機関の燃料噴射制御装置を提供することを主たる目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用効果について説明する。

【0012】

請求項1に記載の発明では、燃料噴射弁の燃料噴射量を制御する燃料噴射制御手段と、前記燃料噴射弁の燃料噴射量に基づき算出されるフィードフォワード項、及び目標燃圧と燃圧検出手段により検出される実燃圧との偏差に基づき算出されるフィードバック項によりポンプ制御量を算出し、そのポンプ制御量により燃料ポンプを制御するポンプ制御手段と、を備えている。そして、前記燃料噴射制御手段は、始動手段による内燃機関の始動開始後、燃料の燃焼に伴い所定の回転上昇が生じるまでの始動期間で、燃料のアルコール濃度と機関温度とに基づき設定される始動時噴射量により燃料噴射弁の燃料噴射を実施する第1噴射制御手段を有し、前記ポンプ制御手段は、前記始動期間において、前記始動時噴射量に基づいてフィードフォワード項を算出するとともに、そのフィードフォワード項を用いてポンプ制御量を算出する始動時制御手段を有している。

20

【0013】

上記構成によれば、内燃機関の始動時における燃料噴射制御として、燃料のアルコール濃度と機関温度とに基づいて始動時噴射量が設定され、その始動時噴射量により燃料噴射弁の燃料噴射が実施される。この場合、機関始動時における機関温度だけでなく、アルコール濃度も反映されて始動時噴射量が設定されるため、アルコール含有燃料を用いた場合において都度のアルコール濃度に適した燃料噴射制御を実施できる。

30

【0014】

また、内燃機関の始動開始後、燃料の燃焼に伴う回転上昇が生じる以前に、燃圧フィードバック制御が開始され、その際、始動時噴射量に基づいてフィードフォワード項が算出される構成であるため、内燃機関の始動開始後において適正な燃圧フィードバック制御をいち早く実施できる。この場合、始動開始から始動完了までに複数回の燃料噴射が実施されたとしても、燃料噴射による燃圧の低下分と燃料ポンプの燃料吐出による燃圧の上昇分との整合を図ることができ、燃圧変動の抑制が可能となる。アルコール含有燃料においては、ガソリン燃料に比べて噴射量が多くなりがちであるため、機関始動直後における燃圧変動が生じやすいが、その燃圧変動の抑制が可能となる。その結果、アルコール含有燃料を用いて内燃機関を始動させる際に燃圧の安定化を図り、ひいては内燃機関の始動を適正に実施することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】 発明の実施の形態におけるエンジン制御システムの概略を示す構成図。

【図2】 燃料噴射制御の処理手順を示すフローチャート。

50

【図 3】燃圧制御の処理手順を示すフローチャート。

【図 4】付加期間を設定するための関係図。

【図 5】エンジン始動時の燃圧制御をより具体的に説明するためのタイムチャート。

【図 6】第 2 実施形態における燃圧制御の処理手順を示すフローチャート。

【図 7】判定期間を設定するための関係図。

【図 8】目標燃圧の増加量を設定するための関係図。

【図 9】エンジン始動時の燃圧制御をより具体的に説明するためのタイムチャート。

【発明を実施するための形態】

【0016】

(第 1 実施形態)

以下、本発明を具体化した実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態は、車両に搭載される筒内噴射式の多気筒 4 サイクルガソリンエンジン（内燃機関）を制御対象とし、当該エンジンにおける各種アクチュエータの電子制御を実施するものとしている。また、本車両はいわゆるフレックス燃料車（FFV）であり、その車載エンジンでは、ガソリンに対してエタノール等のアルコールを混合させたアルコール含有燃料の使用が可能となっている。まず、図 1 によりエンジン制御システムの全体概略構成を説明する。

【0017】

図 1 に示す筒内噴射式エンジン（以下、エンジン 10 という）において、吸気管 11 の上流部には吸入空気量を検出するためのエアフロメータ 12 が設けられている。エアフロメータ 12 の下流側には、DC モータ等のスロットルアクチュエータ 13 によって開度調節されるスロットルバルブ 14 が設けられており、該スロットルバルブ 14 の開度（スロットル開度）はスロットルアクチュエータ 13 に内蔵されたスロットル開度センサにより検出される。スロットルバルブ 14 の下流側にはサージタンク 16 が設けられ、このサージタンク 16 には吸気管圧力を検出するための吸気管圧力センサ 17 が設けられている。サージタンク 16 には、エンジン 10 の各気筒に空気を導入する吸気マニホールド 18 が接続されている。

【0018】

シリンダブロック 20 には電磁駆動式のインジェクタ 21 が設けられており、シリンダ内壁とピストン 22 の上面（頂部）とにより区画形成される燃焼室 23 内にはインジェクタ 21 から燃料が直接噴射される。インジェクタ 21 が筒内噴射用の燃料噴射弁に相当する。インジェクタ 21 に対しては、高圧ポンプを有してなる高圧燃料システムから高圧燃料が供給されるようになっている。

【0019】

高圧燃料システムについて簡単に説明する。本システムは、主たる構成として、燃料タンク 24 内の燃料をくみ上げる低圧ポンプ 25 と、この低圧ポンプ 25 にてくみ上げられた低圧燃料を高圧化する高圧ポンプ 26 と、高圧ポンプ 26 から吐出される高圧燃料を蓄える蓄圧室を構成するデリバリパイプ 27 とを有しており、デリバリパイプ 27 に各気筒のインジェクタ 21 がそれぞれ接続されている。燃料タンク 24 内にはガソリン、又はガソリンにエタノール等のアルコールを混合したアルコール含有燃料のいずれかが貯留されている。高圧ポンプ 26 により高圧化されデリバリパイプ 27 内に蓄えられた高圧燃料はインジェクタ 21 により燃焼室 23 内（気筒内）に噴射される。また、高圧ポンプ 26 とデリバリパイプ 27 とを接続する高圧燃料配管 28、又はデリバリパイプ 27 には、燃料の圧力（燃圧）を検出する燃圧検出手段としての燃圧センサ 29 が設けられている。

【0020】

高圧ポンプ 26 は、機械式ポンプであり、エンジン 10 のカム軸の回転により駆動される。高圧ポンプ 26 の燃料吐出量は、同ポンプ 26 に設けられた燃圧制御弁 26a の開度により制御され、デリバリパイプ 27 内の燃圧が例えば最大 20 MPa 程度に高圧化される。燃圧制御弁 26a は、高圧ポンプ 26 の燃料加圧室に吸入される燃料の量を調整する吸入調量弁、又は燃料加圧室から吐出される燃料の量を調節する吐出調量弁よりなり、燃圧制御弁 26a の開度調整によりデリバリパイプ 27 内の燃圧が可変に制御される。なお

10

20

30

40

50

、低圧ポンプ 25 は電動式ポンプである。

【0021】

高圧燃料配管 28 には、燃料中のアルコール濃度を検出する濃度センサ 30 が設けられている。濃度センサ 30 は、高圧燃料配管 28 に設けられる以外に燃料タンク 24 等に設けられていてもよいが、インジェクタ 21 の付近に設けられることが望ましい。

【0022】

また、エンジン 10 の吸気ポート及び排気ポートにはそれぞれ吸気バルブ 31 及び排気バルブ 32 が設けられており、吸気バルブ 31 の開動作により吸入空気が燃焼室 23 内に導入され、排気バルブ 32 の開動作により燃焼後の排気が排気管 33 に排出される。エンジン 10 のシリンダヘッドには各気筒に点火プラグ 34 が取り付けられており、点火プラグ 34 には、図示しない点火コイル等を通じて、所望とする点火時期において高電圧が印加される。この高電圧の印加により、各点火プラグ 34 の対向電極間に火花放電が発生し、燃焼室 23 内において燃料が着火されて燃焼に供される。

10

【0023】

なお、ピストン 22 の頂部には、シリンダヘッド側に突出する凸状部（又はキャビティ）が形成されており、その凸状部により、インジェクタ 21 から噴射された燃料（燃料噴霧）を点火プラグ 34 の放電電極部又はその付近に導くことが可能となっている。

【0024】

排気管 33 には、排気を浄化するための触媒 35 が設けられている。触媒 35 は、例えば排気中の CO, HC, NOx を浄化する三元触媒である。また、排気管 33 において三元触媒 35 の上流側には、排気を検出対象として混合気の空燃比を検出する空燃比センサ 36 が設けられている。

20

【0025】

その他に、シリンダブロック 20 には、エンジン水温（エンジン温度に相当）を検出する水温センサ 37 や、エンジンの所定クランク角ごとに（例えば 10 ° CA 周期で）矩形状のクランク角信号を出力するクランク角度センサ 38 が取り付けられている。また、エンジン 10 には、エンジン始動時においてクランク軸（出力軸）に対して初期回転を付与する始動手段としてのスタータ 39 が設けられている。

【0026】

上述した各種センサの出力は、エンジン制御を司る電子制御ユニット（以下、ECU 40 という）に入力される。ECU 40 は、CPU、ROM、RAM 等よりなるマイクロコンピュータを有して構成され、ROM に記憶された各種の制御プログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じてインジェクタ 21 の燃料噴射量を制御したり、点火プラグ 34 の点火時期等を制御したりする。

30

【0027】

点火時期制御について具体的には、ECU 40 は、エンジン水温に基づいて点火時期を決定し、図示しないイグナイタの駆動により点火時期で点火プラグ 34 に点火火花を生じさせる。例えば、エンジン水温が低いほど点火時期を進角させる。なお、エンジン負荷（例えば吸入空気量）とエンジン回転速度とをパラメータとしてこれらに基づいて点火時期が決定される構成であってもよい。

40

【0028】

また、燃料噴射の基本制御について具体的には、ECU 40 は、エンジン負荷（例えば吸入空気量）とエンジン回転速度とをパラメータとしてこれらに基づいて基本噴射量を算出するとともに、その基本噴射量に対して水温補正や空燃比補正等を適宜実施して最終の燃料噴射量を算出する。このとき、アルコール含有燃料が用いられる場合には、燃料のアルコール濃度を加味して燃料噴射が算出されるようになっており、濃度センサ 30 により検出されるアルコール濃度に基づいて燃料噴射量が適宜補正される。

【0029】

また、スタータ 39 によるエンジン 10 の始動開始当初と始動完了後とでは、燃料噴射量の算出手法が異なっている。具体的には、エンジン 10 の始動開始後において、エンジ

50

ン回転速度が所定の始動判定値N1（例えば400rpm）に達するまで（すなわち始動完了前）は、燃料のアルコール濃度とエンジン水温とに基づいて始動時噴射量Q1が算出され、その始動時噴射量Q1によりインジェクタ21の駆動が制御される（第1噴射制御手段に相当）。また、始動開始後において、エンジン10で初爆が生じてエンジン回転速度が始動判定値N1に達した後（すなわち始動完了後）は、上述したとおりエンジン負荷とエンジン回転速度とに基づいて基本噴射量が算出されるとともに、その基本噴射量に対して水温補正や空燃比補正、アルコール濃度補正等が適宜実施されて最終の燃料噴射量が算出され、その燃料噴射量（始動後噴射量Q2）によりインジェクタ21の駆動が制御される（第2噴射制御手段に相当）。

【0030】

10

また、ECU40は、デリバリパイプ27内の燃圧、すなわち噴射圧を所望の圧力に維持するよう燃圧制御を実施する。具体的には、ECU40は、都度のエンジン運転状態に基づいて目標燃圧を設定するとともに、その目標燃圧と燃圧センサ29により検出される実燃圧との偏差に基づいて燃圧フィードバック制御を実施する。その燃圧フィードバック制御についてより詳しく説明すると、当該制御では、フィードフォワード項とフィードバック項とが各々算出され、それらフィードフォワード項とフィードバック項とにより例えば制御デューティ比よりなるポンプ制御量が算出される。そして、そのポンプ制御量により高圧ポンプ26の燃圧制御弁26aが駆動されることで、デリバリパイプ27内の燃圧（噴射圧）が目標値に制御される。

【0031】

20

フィードフォワード項は、インジェクタ21による燃料噴射量をパラメータとして算出されるオープン制御項である。つまり、デリバリパイプ27内の燃圧は、インジェクタ21により燃料噴射が行われる都度、その噴射分に応じて圧力低下する。そこで、燃料噴射に伴う圧力低下分を補うべく、インジェクタ21による燃料噴射量に基づいてフィードフォワード項が算出される。また、フィードバック項は、目標燃圧及び実燃圧の偏差と所定のフィードバックゲインとにより算出される。

【0032】

また、燃圧制御についても、エンジン10の始動開始当初と始動完了後とでその制御手法が異なっており、その違いを以下に説明する。エンジン10の始動開始当初においては、エンジン10のクランク軸（カム軸）の回転開始に伴い高圧ポンプ26の燃料噴射が開始され、まずはあらかじめ定めた所定吐出量での燃料吐出が行われる（定量吐出）。例えば、高圧ポンプ26が最大吐出量で駆動される。そしてその後、燃圧が上昇して所定の噴射許可燃圧P1に達すると、それ以降、燃圧フィードバック制御が開始される。

30

【0033】

かかる場合、エンジン回転速度が始動判定値N1に上昇する以前（始動完了前）は、噴射許可燃圧P1を目標燃圧にして燃圧フィードバック制御が実施される。また、フィードフォワード項が始動時噴射量Q1に基づいて算出される。これに対し、エンジン回転速度が始動判定値N1まで上昇した後（始動完了後）は、エンジン回転速度やエンジン負荷といったエンジン運転状態に基づいて算出された目標燃圧（始動後目標燃圧P2）により燃圧フィードバック制御が実施される。また、フィードフォワード項が始動後噴射量Q2に基づいて算出される。

40

【0034】

また、始動開始後には、燃圧が噴射許可燃圧P1に達する以前はインジェクタ21の燃料噴射が禁止され、燃圧が噴射許可燃圧P1に到達すると燃料噴射が許可される。こうして昇圧始動の制御が実施されることにより、燃圧の早期上昇が促され、エンジン10の冷間始動時における始動性が向上するようになっている。

【0035】

次に、ECU40により実施される燃料噴射制御の処理手順と燃圧制御の処理手順とを詳しく説明する。まずは燃料噴射制御について説明する。図2は、燃料噴射制御の処理手順を示すフローチャートであり、本処理はECU40により所定周期で繰り返し実施され

50

る。

【0036】

図2において、ステップS11では、燃圧センサ29により検出される実燃圧が所定の噴射許可燃圧P1以上であるか否かを判定する。噴射許可燃圧P1はあらかじめ定められており、例えば5MPaである。噴射許可燃圧P1は、燃圧の制御範囲における最低圧力又はその近傍の圧力として定められているとよい。そして、実燃圧<P1であればそのまま本処理を終了し、実燃圧 $\geq$ P1であればステップS12に進む。実燃圧<P1の場合には、インジェクタ21による燃料噴射の実施が許可されない。なお、エンジン始動後において燃圧の上昇によりステップS11が一度肯定されると、それ以降は継続してステップS11が肯定されるようになっている（後述の図3のステップS21も同様）。 10

【0037】

ステップS12では、エンジン回転速度NEが始動判定値N1以上であるか否かを判定する。始動判定値N1は、エンジン始動後において初爆の発生（燃料の燃焼）を判定可能な判定値であればよく、本実施形態では $N1 = 400 \text{ rpm}$ である。そして、 $NE < N1$ であればステップS13に進み、 $NE \geq N1$ であればステップS14に進む。

【0038】

ステップS13では、燃料のアルコール濃度とエンジン水温とに基づいて始動時噴射量Q1を算出する。このとき、アルコール濃度が高いほど又はエンジン水温が低いほど噴射量が大きくなるようにして始動時噴射量Q1が算出される。そしてその始動時噴射量Q1に基づいてインジェクタ21による燃料噴射が実施される。 20

【0039】

また、ステップS14では、エンジン運転状態等に基づいて、始動後噴射量Q2を算出する。このとき、上述のとおりエンジン負荷とエンジン回転速度とに基づいて基本噴射量が算出されるとともに、その基本噴射量に対して水温補正や空燃比補正、アルコール濃度補正等が適宜実施されて最終の燃料噴射量（始動後噴射量Q2）が算出される。そしてその燃料噴射量に基づいてインジェクタ21による燃料噴射が実施される。

【0040】

なお、実燃圧が噴射許可燃圧P1に達したことを条件にインジェクタ21の燃料噴射を許可する制御（昇圧始動の制御）を、エンジン10が所定の低温状態である場合にのみ実施するようにしてもよい。例えば、エンジン水温が60℃以下である場合にのみ昇圧始動の制御を実施する。この場合、エンジン10が所定の低温状態でなければ（エンジン水温 $> 60^\circ\text{C}$ であれば）、燃圧が、噴射許可燃圧P1よりも低い所定低圧値（例えば0.4MPa）に達した時点で燃料噴射を許可するとよい。 30

【0041】

図3は、燃圧制御の処理手順を示すフローチャートであり、本処理はECU40により所定周期で繰り返し実施される。

【0042】

図3においてステップS21では、実燃圧が噴射許可燃圧P1まで上昇しているか否かを判定する。そして、実燃圧<P1であればステップS22に進み、高圧ポンプ26の定量吐出を実施する。本実施形態では、高圧ポンプ26の吐出量を最大吐出量とした状態で、当該高圧ポンプ26を駆動する。ただし、最大吐出量でない所定量で定量吐出を実施することも可能である。 40

【0043】

また、実燃圧 $\geq$ P1であればステップS23に進み、燃圧フィードバック制御として、通常制御と始動時フィードバック制御とのいずれを実施するかを判定する。具体的には、ステップS23では、今現在、エンジン10の始動開始後における所定期間にあるか否かを判定する。この所定期間は、スタータ39によるエンジン始動開始後、燃料の燃焼に伴い所定の回転上昇（始動判定値N1以上となる回転上昇）が生じるまでの始動期間 T_{st} と、その始動期間 T_{st} の終了後にそれに引き続く付加期間 T_{add} とを合わせた期間（ $T_{st} + T_{add}$ の期間）である。付加期間 T_{add} は、燃料のアルコール濃度とエンジ 50

ン水温とに基づいて可変に設定されるようになっている。この場合、例えば図4の關係を用い、アルコール濃度が高いほど、又はエンジン水温が低いほど、付加期間 T_{add} が長い時間に設定されるとよい。なお、付加期間 T_{add} が燃料のアルコール濃度とエンジン水温とのどちらかに基づいて設定される構成であってもよい。

【0044】

そして、ステップ S_{23} が NO であればステップ S_{24} に進み、ステップ S_{23} が YES であればステップ S_{25} に進む。ステップ S_{24} では、燃圧フィードバック制御として通常制御を実施する。この通常制御では、フィードフォワード項を始動後噴射量 Q_2 に基づいて算出する。また、エンジン回転速度やエンジン負荷といったエンジン運転状態に基づいて始動後目標燃圧 P_2 を算出するとともに、その始動後目標燃圧 P_2 と実燃圧とに基づいてフィードバック項を算出する。そして、それらフィードフォワード項とフィードバック項とによりポンプ制御量を算出し、そのポンプ制御量により高圧ポンプ 26 の駆動を制御する。

10

【0045】

一方、ステップ S_{25} では、フィードフォワード項を始動時噴射量 Q_1 に基づいて算出する。なお、始動期間 T_{st} に引き続く付加期間 T_{add} は、エンジン回転状態からすれば始動完了後に相当し、燃料噴射量としては始動後噴射量 Q_2 が算出されているが、付加期間 T_{add} では、それ以前の始動期間 T_{st} で算出された始動時噴射量 Q_1 を用いてフィードフォワード項が算出される。

20

【0046】

その後、ステップ S_{26} では、今現在、始動期間 T_{st} にあるか否かを判定する。そして、始動期間 T_{st} にあれば、ステップ S_{27} に進み、目標燃圧を噴射許可燃圧 P_1 に設定する。

【0047】

また、始動期間 T_{st} になれば（すなわち付加期間 T_{add} にあれば）、ステップ S_{28} に進み、エンジン回転速度やエンジン負荷といったエンジン運転状態に基づいて始動後目標燃圧 P_2 を算出する（通常制御と同様）。

【0048】

その後、ステップ S_{29} では、ステップ S_{27} 、 S_{28} のいずれかで算出した目標燃圧（噴射許可燃圧 P_1 又は始動後目標燃圧 P_2 ）と実燃圧とに基づいてフィードバック項を算出する。続くステップ S_{30} では、ステップ S_{25} で算出したフィードフォワード項と、ステップ S_{29} で算出したフィードバック項とによりポンプ制御量を算出する。そして、このポンプ制御量により高圧ポンプ 26 の駆動を制御する。

30

【0049】

図5は、エンジン始動時の燃圧制御をより具体的に説明するためのタイムチャートである。図5では、エンジン始動前において燃圧が低圧状態になっており（大気圧付近まで低下しており）、始動開始に伴い圧力上昇する様子を示している。

【0050】

さて、タイミング t_1 ではスタータ 39 によるクランキングが開始され、それに伴い高圧ポンプ 26 の駆動が開始される。このとき、実燃圧 $<$ 噴射許可燃圧 P_1 であるため、高圧ポンプ 26 が最大吐出駆動される。そして、燃圧が徐々に上昇し、タイミング t_2 で実燃圧 $\geq$ 噴射許可燃圧 P_1 になると、その t_2 以降においてインジェクタ 21 による燃料噴射が開始されるとともに、燃圧フィードバック制御が開始される。

40

【0051】

タイミング t_2 では、始動時噴射量 Q_1 により燃料噴射が実施される。また、噴射許可燃圧 P_1 が目標燃圧とされ、その目標燃圧に基づいて燃圧フィードバック制御が実施される。このとき、始動時噴射量 Q_1 により算出されたフィードフォワード項と、噴射許可燃圧 P_1 を目標燃圧として算出されたフィードバック項とにより高圧ポンプ 26 の燃料吐出量が制御される。タイミング t_2 以降においては、燃料噴射の都度、燃圧が低下するが、その後直ぐに目標燃圧に戻される。タイミング $t_2 \sim t_3$ では、始動完了以前において数

50

回の燃料噴射が実施されている。

【0052】

その後、タイミング t_3 では、エンジン10の初爆の発生によりエンジン回転速度が上昇することに伴い、エンジン回転速度が始動判定値 N_1 まで上昇してエンジン始動が完了した旨判定される。これにより、燃料噴射量が始動後噴射量 Q_2 に変更される。また、目標燃圧が噴射許可燃圧 P_1 から始動後目標燃圧 P_2 に変更され、その始動後目標燃圧 P_2 に基づいて燃圧フィードバック制御が実施される。このタイミング t_3 までが始動期間 T_{st} に相当する。

【0053】

タイミング $t_3 \sim t_4$ は付加期間 T_{add} であり、その付加期間 T_{add} では、燃料噴射自体は始動後噴射量 Q_2 により実施されるが、始動時噴射量 Q_1 に基づくフィードフォワード項の算出が継続される。このタイミング $t_3 \sim t_4$ では、エンジン回転速度が始動判定値 N_1 まで上昇した後、更に吹き上がりにより上昇するが、その際においてフィードフォワード項が始動時噴射量 Q_1 により算出されているため、意図せず燃圧低下が生じてしまい、その燃圧低下に起因して回転挙動が不安定になるといった不都合が抑制される。そして、タイミング t_4 以降は、燃圧フィードバック制御として通常制御が実施される。

【0054】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の優れた効果が得られる。

【0055】

エンジン始動時における燃料噴射制御として、燃料のアルコール濃度とエンジン水温とに基づいて始動時噴射量 Q_1 を設定し、その始動時噴射量 Q_1 により燃料噴射を実施するようにした。これにより、エンジン10の始動時水温だけでなく、アルコール濃度も反映されて始動時噴射量 Q_1 が設定されるため、アルコール含有燃料を用いた場合において都度のアルコール濃度に適した燃料噴射制御を実施できる。

【0056】

また、エンジン10の始動開始後、始動完了前（ $N_E \geq N_1$ になる前）に、燃圧フィードバック制御が開始され、その際、始動時噴射量 Q_1 に基づいてフィードフォワード項が算出される構成であるため、エンジン10の始動開始後において適正な燃圧フィードバック制御をいち早く実施できる。この場合、始動開始から始動完了までに複数回の燃料噴射が実施されたとしても、燃料噴射による燃圧の低下分と高圧ポンプ26の燃料吐出による燃圧の上昇分との整合を図ることができ、燃圧変動の抑制が可能となる。アルコール含有燃料においては、ガソリン燃料に比べて噴射量が多くなりがちであるため、エンジン始動直後における燃圧変動が生じやすいが、その燃圧変動の抑制が可能となる。その結果、アルコール含有燃料を用いてエンジン10を始動させる際に燃圧の安定化を図り、ひいてはエンジン10の始動を適正に実施することができる。

【0057】

エンジン始動時において始動完了が判定されると（始動期間 T_{st} が終わると）、始動時噴射量 Q_1 に代えて始動後噴射量 Q_2 が算出されるが、その始動完了後も付加期間 T_{add} においては始動時噴射量 Q_1 を用いてフィードフォワード項を算出する構成とした。これにより、エンジン10の始動完了が判定された後、更にエンジン回転速度が上昇する際（すなわち始動完了直後）において、燃圧低下に起因して回転挙動が不安定になるといった不都合を抑制できる。

【0058】

燃料のアルコール濃度が高いほど、又はエンジン水温が低いほど、付加期間 T_{add} を長い時間に設定するようにした。これにより、エンジン始動直後におけるエンジン回転速度の不安定挙動が生じやすい場合に、その安定化を図ることができる。

【0059】

エンジン始動時において、燃料噴射の開始前に燃圧を噴射許可燃圧 P_1 まであらかじめ高めておき、その高圧化の状態で燃料噴射を開始するようにした。また、燃圧が噴射許可燃圧 P_1 まで上昇した後は、その噴射許可燃圧 P_1 を目標値として燃圧フィードバック制

10

20

30

40

50

御を実施するようにした。この場合、アルコール含有燃料を用いることで燃料が気化しにくい状況であっても、噴射開始当初から燃料の気化を適正に実施できる。また、噴射許可燃圧 P_1 を目標値として燃圧フィードバック制御が開始されるため、定量制御から燃圧フィードバック制御へ燃圧変動を生じさせることなく移行できる。

【0060】

(第2実施形態)

次に、第2実施形態について上記実施形態との相違点を中心に説明する。本実施形態では、始動開始後において、始動期間 T_{st} が所定の判定期間 T_{lim} よりも長引いているか否かを判定し、始動期間 T_{st} が判定期間 T_{lim} よりも長引いていると判定された場合に目標燃圧を上昇させるようにしている。

10

【0061】

図6は、第2実施形態における燃圧制御の処理手順を示すフローチャートであり、本処理は上述の図3の処理に置き換えてECU40により実施される。なお、図6では、図3との共通の処理について同じステップ番号を付しており、以下には共通部分については説明を簡略化している。

【0062】

図6において、今現在、始動期間 T_{st} にある場合（ステップS26がYESの場合）に、ステップS41で、始動開始から判定期間 T_{lim} が経過したか否かを判定する。判定期間 T_{lim} は、燃料のアルコール濃度とエンジン水温とに基づいて可変に設定されるようになっている。この場合、例えば図7の関係を用い、アルコール濃度が高いほど、又はエンジン水温が低いほど、判定期間 T_{lim} が短い時間に設定されるとよい。なお、判定期間 T_{lim} が燃料のアルコール濃度とエンジン水温とのどちらかに基づいて設定される構成であってもよい。

20

【0063】

そして、ステップS41がNOであればステップS27に進み、ステップS41がYESであればステップS42に進む。ステップS27では、図3で説明したとおり目標燃圧を噴射許可燃圧 P_1 に設定する。これに対し、ステップS42では、目標燃圧を噴射許可燃圧 $P_1 + \alpha$ に設定する。「 α 」は目標燃圧の増加量であり、数MPa程度（例えば2MPa）である。

【0064】

ただし、目標燃圧の増加量 α を燃料のアルコール濃度とエンジン水温とに基づいて可変に設定することも可能である。この場合、例えば図8の関係を用い、アルコール濃度が高いほど、又はエンジン水温が低いほど、増加量 α を大きくするとよい。なお、増加量 α が燃料のアルコール濃度とエンジン水温とのどちらかに基づいて設定される構成であってもよい。

30

【0065】

図9は、エンジン始動時の燃圧制御をより具体的に説明するためのタイムチャートである。図9では、上述の図5と同様、エンジン始動前において燃圧が低圧状態になっており、始動開始に伴い圧力上昇する様子を示している。

【0066】

図9において、タイミング t_{11} 、 t_{12} は、図5のタイミング t_1 、 t_2 と同様であり、タイミング t_{11} は始動開始タイミング、タイミング t_{12} は燃圧フィードバック制御の開始タイミングである。ただし図9では、始動完了までの時間が長引いており、タイミング t_{13} で、始動開始からの経過時間が判定期間 T_{lim} を超える。そのため、タイミング t_{13} では、目標燃圧が噴射許可燃圧 $P_1 + \alpha$ に変更され、それに伴いポンプ駆動量が増加される。なお、タイミング $t_{13} \sim t_{14}$ においては、目標燃圧の変更後、実燃圧が目標燃圧に近づくことでポンプ駆動量が減少している。

40

【0067】

その後、タイミング t_{14} では、エンジン始動が完了した旨判定され、燃料噴射量の変更 ($Q_1 \rightarrow Q_2$) と目標燃圧の変更 ($P_1 + \alpha \rightarrow P_2$) とが実施される。また、タイミン

50

グ $t_{14} \sim t_{15}$ の付加期間 T_{add} では、始動時噴射量 Q_1 に基づくフィードフォワード項の算出が継続される（図5のタイミング $t_3 \sim t_4$ と同様）。そして、タイミング t_{15} 以降は、燃圧フィードバック制御として通常制御が実施される。

【0068】

以上詳述した第2実施形態では、エンジン10の始動開始後において、始動期間 T_{st} が判定期間 T_{lim} よりも長引いていると判定された場合に、始動期間 T_{st} 内において目標燃圧を増加させるようにした。つまり、アルコール含有燃料の使用時には、始動完了までに時間を要することがあると考えられるが、その継続時間に応じて、現在の目標燃圧のままでは始動不可とみなして目標燃圧が変更される。これにより、エンジン始動のロバスト性を確保することができる。

10

【0069】

また、燃料のアルコール濃度が高いほど、又はエンジン水温が低いほど、判定期間 T_{lim} を短い時間に設定するようにした。これにより、エンジン始動開始後でかつ始動完了までの間に、燃圧の安定化を図り、エンジン始動性を向上させることができる。

【0070】

燃料のアルコール濃度が高いほど、又はエンジン水温が低いほど、目標燃圧の増加量 α を大きい値に設定するようにした。これにより、やはりエンジン始動性を向上させることができる。

【0071】

（他の実施形態）

20

上記実施形態を例えば次のように変更してもよい。

【0072】

・上記実施形態では、噴射許可燃圧 P_1 をあらかじめ定めた固定値としたが、これを変更し、アルコール濃度及びエンジン水温の少なくともいずれかにより可変に設定する構成としてもよい。具体的には、アルコール濃度が高いほど噴射許可燃圧 P_1 を高い値とする。また、エンジン水温が低いほど噴射許可燃圧 P_1 を高い値とする。

【0073】

・上記実施形態では、スタータ39によるエンジン始動開始後、所定の回転上昇が生じるまでを「始動期間 T_{st} 」としたが、これを変更し、燃料噴射の許可後、所定の回転上昇が生じるまでを「始動期間 T_{st} 」としてもよい（図5の $t_2 \sim t_3$ の期間、図9の $t_{12} \sim t_{14}$ の期間）。また、判定期間 T_{lim} についても同様とし、燃料噴射が許可されてからの経過時間として「判定期間 T_{lim} 」が定められていてもよい（図9の $t_{12} \sim t_{13}$ の期間）。

30

【0074】

・上記実施形態では、付加期間 T_{add} を、燃料のアルコール濃度及びエンジン水温の少なくともいずれかに基づいて設定する構成としたが、始動期間 T_{st} ＋付加期間 T_{add} の期間を、燃料のアルコール濃度及びエンジン水温の少なくともいずれかに基づいて設定する構成としてもよい。

【0075】

・上記第2実施形態において、判定期間 T_{lim} を、経過時間（計測時間）として設定するのではなく、燃料噴射の回数や燃料噴射の累積時間として設定する構成でもよい。

40

【0076】

・上記第2実施形態において、始動期間 T_{st} の長さを判定する判定期間 T_{lim} を複数定めておき、各判定期間 T_{lim} に到達する都度、目標燃圧を所定圧力幅で増加させる構成としてもよい。例えば、始動期間 T_{st} 内において、経過時間が各判定期間 T_{lim} に達する都度、又は燃料噴射の回数が各判定期間 T_{lim} に相当する所定回になる都度、目標燃圧を1MPaずつ増加させる構成とする。

【0077】

・上記実施形態では、始動期間 T_{st} の後にそれに引き続く付加期間 T_{add} を設定したが、この付加期間 T_{add} を設定しない構成としてもよい。この場合、例えば図5にお

50

いては、エンジン始動が完了したタイミング t_3 で、燃圧フィードバック制御が通常制御に移行される。また、図9においては、エンジン始動が完了したタイミング t_{14} で、燃圧フィードバック制御が通常制御に移行される。

【0078】

・燃料のアルコール濃度は、センサによる検出以外に、推定演算により求められてもよい。例えば、燃料のアルコール濃度が異なると、同じ燃料量であっても、空燃比やエンジントルクが相違することから、空燃比やエンジントルクに基づいてアルコール濃度を推定する。また、エンジン水温も同様に、センサによる検出以外に、推定演算により求められてもよい。例えば、外気温に基づいてエンジン水温（実際にはエンジン始動時水温）を推定する。機関温度として、エンジン水温以外に、シリンダ壁温やエンジン潤滑油の温度が用いられてもよい。

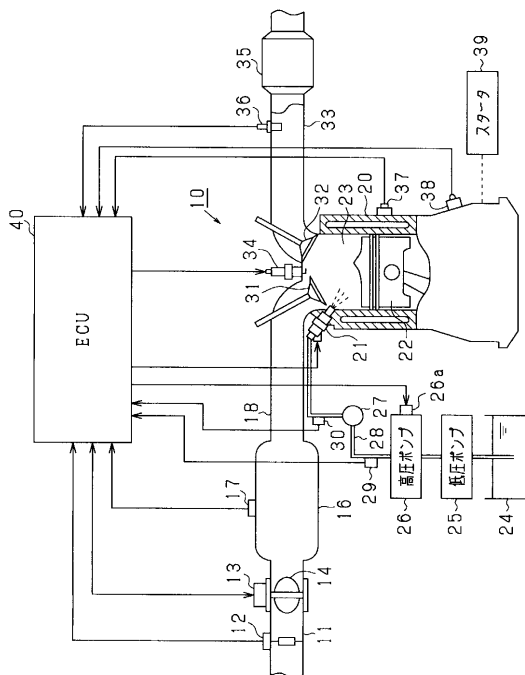
【符号の説明】

【0079】

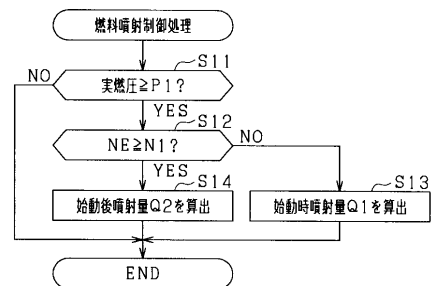
10…エンジン（内燃機関）、21…インジェクタ（燃料噴射弁）、23…燃焼室、26…高圧ポンプ（燃料ポンプ）、27…デリバリパイプ（蓄圧室）、29…燃圧センサ（燃圧検出手段）、39…スタータ（始動手段）、40…ECU（燃料噴射制御手段、ポンプ制御手段）。

10

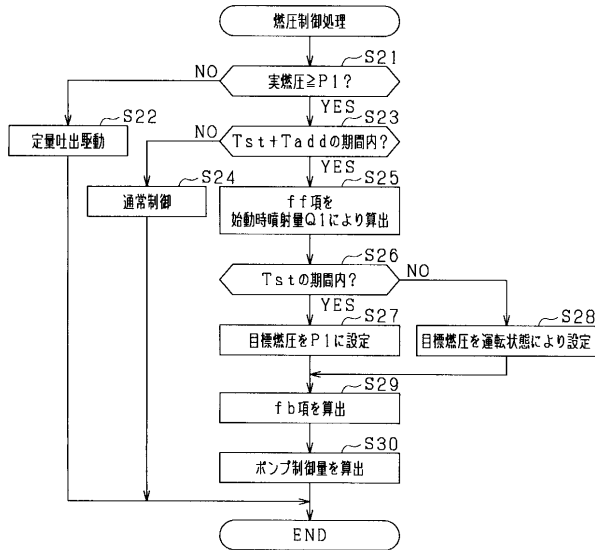
【図1】



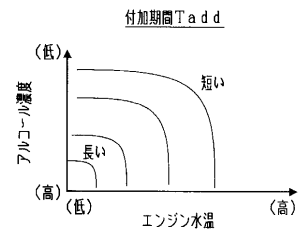
【図2】



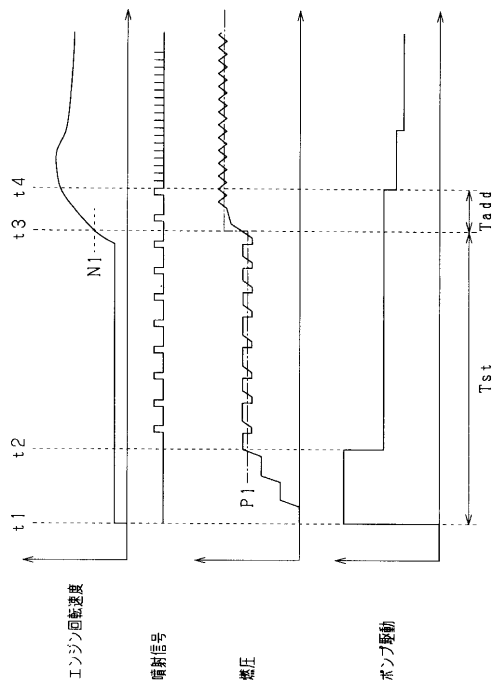
【図 3】



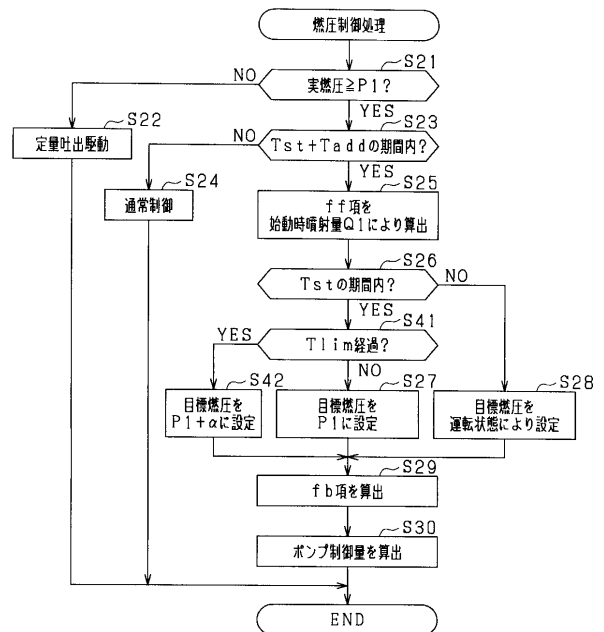
【図 4】



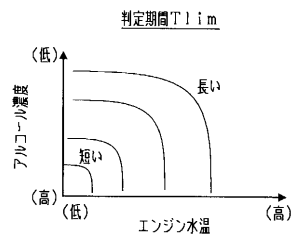
【図 5】



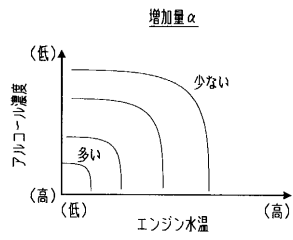
【図 6】



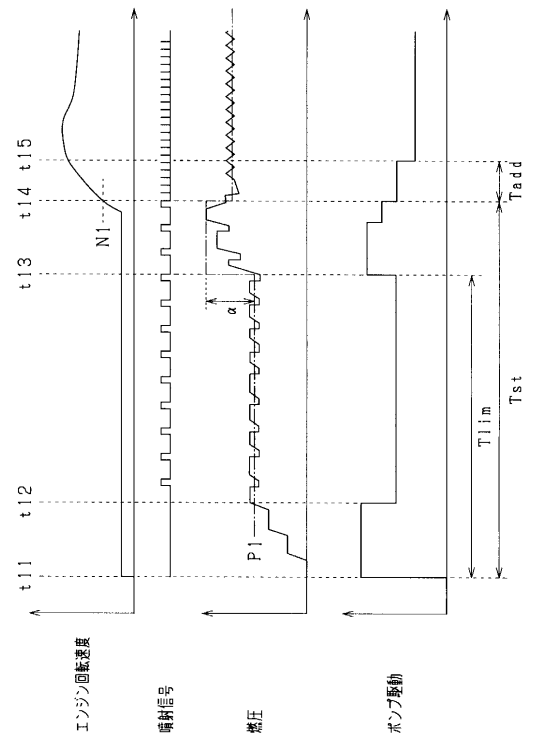
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

F 0 2 D 45/00 3 6 4 K

Fターム(参考) 3G066 AA02 AB02 AB04 AB06 AC06 AD12 BA14 CA05U CD26 CE22
DB01 DC01 DC04 DC05 DC09 DC11 DC14 DC18 DC24 DC25
3G092 AA01 AA06 AB02 AB05 AB14 BB01 BB08 DE03S DE06S DG01
DG09 EA01 EC01 EC07 FA31 GA01 HA01Z HA05Z HA06Z HA11Z
HB01Z HB03Z HB06Z HD05Z HE01Z HE03Z HE08Z
3G301 HA01 HA04 HA23 HA24 JA23 KA01 LB02 LB04 LB13 MA11
MA28 NA08 NC02 ND01 ND42 NE01 PA01Z PA07Z PA11Z PB02Z
PB03Z PB08Z PD02Z PE01Z PE03Z PE08Z
3G384 AA01 AA06 AA16 BA13 BA15 CA01 DA13 EA01 EA30 EB01
ED07 EE31 EG01 FA01Z FA04Z FA08Z FA14Z FA15Z FA22Z FA26Z
FA37Z FA40Z FA56Z FA58Z