

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年2月7日(07.02.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/018131 A1

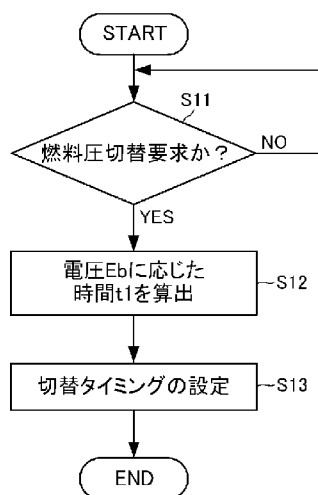
- (51) 国際特許分類:
F02M 69/00 (2006.01) F02M 37/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/004362
- (22) 国際出願日: 2011年8月1日(01.08.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社(TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP). 愛三工業株式会社(AISAN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4748588 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 須田 享(SUDA, Toru) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 吉田 耕史(YOSHIDA, Koji) [JP/JP]; 〒4748588 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛三工業株式会社内 Aichi (JP). 神谷 勝則(KAMIYA, Katsunori) [JP/JP]; 〒4748588 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛三工業株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 有我 軍一郎, 外(ARIGA, Gunichiro et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿一丁目1番14号山田ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: FUEL SUPPLY DEVICE

(54) 発明の名称: 燃料供給装置

[図11]



- S11 Fuel pressure switching request?
S12 Calculate time t1 in accordance with voltage Eb
S13 Set timing for switching

(57) Abstract: Provided is a fuel supply device with which fuel consumption can be improved by optimizing the switching instruction timing and the fuel injection timing, and by preventing the actual fuel injection amount from diverging from the desired fuel injection amount even when the fuel pressure is switched. An ECU determines whether a fuel pressure switching request has been generated (step S11). When the fuel pressure is low and the engine is warming up or the fuel temperature is high, the ECU determines that a fuel pressure switching request has been generated (YES in step S11), and calculates a valve-switching delay time t1 (step S12). Then, the ECU references the injection timing which is based on the fuel injection control and sets the timing for switching such that the switching of the fuel pressure does not overlap the fuel injection timing (step S13).

(57) 要約: 切替え指示を行うタイミングや燃料噴射タイミングを最適化し、燃料圧が切替わった場合においても実際の燃料噴射量が所望の燃料噴射量から乖離することを抑制することにより、燃費向上を図ることができる燃料供給装置を提供する。ECUは、燃料圧切替要求が発生したか否かを判定する(ステップS11)。そして、ECUは、燃料圧が低圧の場合において、暖機中および高燃温のい

ずれかに該当した場合には、燃料圧切替要求が発生したと判断し(ステップS11でYES)、バルブの切替遅れ時間t1を算出する(ステップS12)。そして、ECUは、燃料噴射制御による噴射タイミングを参照し、燃料が噴射されているタイミングに燃料圧の切替えが重ならないよう、切替タイミングを設定する(ステップS13)。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：燃料供給装置

技術分野

[0001] 本発明は、燃料タンク内に貯留された燃料を調圧して燃料消費部に供給する燃料供給装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、車両に搭載される内燃機関の燃料供給装置は、燃料タンク内に貯留された燃料を燃料ポンプによって燃料消費部に供給するときに、燃料消費部に対する燃料供給圧力を調整するための圧力制御装置を備えている。この圧力制御装置は、燃料タンク内の燃料を汲み上げる燃料ポンプから、燃料消費部を構成するインジェクタへの燃料供給圧力を調圧するようになっている。

[0003] このような圧力制御装置においては、一般に、ハウジング内を2室に区画し、中央部に調圧弁体を有するダイヤフラムを備えている。このダイヤフラムの一面側において、調圧室内の燃料圧に応じたダイヤフラム中央部の変位を利用して調圧弁体を開弁方向および閉弁方向に変位させる一方、ダイヤフラムの他面側に設置された圧縮コイルばねによりダイヤフラムの変位を抑制するようになっている。これにより、調圧室内の燃料圧が設定圧に達するよう調圧弁体の開弁状態を保持するようになっている。また、このような圧力制御装置は、燃料ポンプとともに燃料タンク内に配置されていることが多い。

[0004] このような圧力制御装置としては、ハウジング内部を区画するダイヤフラムと、このダイヤフラムの一面側に位置し、燃料ポンプから加圧燃料が導入される燃料導入口および余剰燃料が排出される排出口を有する調圧室と、ダイヤフラムの他面側に位置し、背圧流体が導入される背圧室と、ダイヤフラムと背圧室の間に大気開放される開放室を形成するプランジャと、ダイヤフラムの変位に応じて排出口を開閉するようダイヤフラムに装着された弁部材と、ダイヤフラムとプランジャの間に介在されて弁部材を閉弁方向に付勢

するスプリングと、プランジャの可動範囲を規定するストッパ手段と、によって構成される可変燃料圧調整弁を備えたものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

[0005] この特許文献 1 に記載の燃料供給装置は、このような圧力制御装置を構成する可変燃料圧調整弁を備えることにより、背圧流体の供給の有無によってスプリングの設定荷重を 2 段階に切替えることで、調圧する燃料圧の設定値を低圧と高圧とのいずれかに切替えることができる。

[0006] しかしながら、この特許文献 1 に記載の燃料供給装置は、1 つの可変燃料圧調整弁により燃料圧を切替えることができるものの、可変燃料圧調整弁が 3 室により構成されているため、小型化が難しいという問題があった。また、調圧室と背圧室に燃料を供給する配管は、互いに逆向きに接続されるため、可変燃料圧調整弁の配置に制約が生じるという問題もあった。

[0007] さらに、燃料圧を制御するコントロールユニットが、燃料圧の切替えに必要な時間を考慮するようなものではなかった。そのため、燃圧の切替中に燃料が噴射される場合もあり、目標燃料圧と実燃料圧とが乖離している場合があった。その結果、気筒に対する燃料噴射量が適切なものとならず、空燃比が目標空燃比から乖離する可能性があるという問題があった。

[0008] そこで、燃料圧を切替えることができる燃料供給装置において、燃料圧の切替え時間を推定するものが知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

[0009] この特許文献 2 に開示された燃料供給装置は、2 つの可変燃料圧調整弁と、これらの可変燃料圧調整弁の状態を切替える電磁バルブと、電磁バルブを制御する ECU とを備えている。この特許文献 2 に記載の燃料供給装置は、上記特許文献 1 に記載の燃料供給装置と異なり、燃料圧を切替えるために 2 つの可変燃料圧調整弁を必要とするため、小型化するという問題を解決できないものの、ECU が気筒に対する燃料噴射量を燃料圧に応じて設定することにより、実空燃比を目標空燃比に近づけるようになっていた。また、燃料圧を変更する場合には、エンジン回転数に基づいて実燃料圧の変化を予測するようになっていた。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2009-144686号公報

特許文献2：特開2009-250211号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、上述した特許文献2に記載の燃料供給装置は、燃料圧を変更する際に、エンジン回転数に応じた実燃料圧の変化を予測するようになっているものの、2つの可変燃料圧調整弁の状態を切替えるための電磁バルブそのものの応答時間について考慮するようなものではなかった。

[0012] そのため、車両の走行状態に応じて電磁バルブの応答時間が変化し、ECUにより燃料圧の切替え指示が行われてから実際に燃料圧が変化を開始するまでの時間や、燃料圧の変動が収束するまでにかかる時間が変化するにもかかわらず、ECUは、切替え指示を行うタイミングや燃料噴射タイミングを十分最適化していなかった。したがって、実燃料圧が目標燃料圧になっていない状態で燃料を噴射してしまい、実際の燃料噴射量が所望の燃料噴射量から乖離する可能性があった。このため、燃料噴射制御の精度が低下し、燃費向上を図ることができないという問題があった。

[0013] 本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、可変燃料圧調整弁を有する燃料供給装置において、燃料圧の切替え指示を行うタイミングや燃料噴射タイミングを最適化し、燃料圧が切替わった場合においても実際の燃料噴射量が所望の燃料噴射量から乖離することを抑制することにより、燃費向上を図ることができる燃料供給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

[0014] 本発明に係る燃料供給装置は、上記目的達成のため、燃料を調圧し燃料消費部に供給する燃料供給装置であって、少なくとも前記燃料の燃料圧を高圧にする高圧供給状態と低圧にする低圧供給状態とのいずれかの状態を取り得

る可変燃料圧調整弁と、入力される電力の電気的特性に応じて前記可変燃料圧調整弁の状態を前記高圧供給状態と前記低圧供給状態との間で切替える切替弁と、少なくとも前記切替弁に対する前記電力の入力の有無を制御する切替制御手段と、を備え、前記切替制御手段は、前記切替弁に入力される前記電力の前記電気的特性に基づいて前記切替弁の状態を切替える切替タイミングを設定することを特徴とする。

[0015] この構成により、切替制御手段は、切替弁に入力される電気的特性に応じて切替弁に対する制御のタイミングを変更することができる。したがって、電気的特性に応じて切替弁の状態が切替る時間が異なる場合においても、切替タイミングを可変とすることで、燃料噴射制御に対する影響を低減することが可能になる。このため、切替え指示を行うタイミングや燃料噴射タイミングを最適化し、燃料圧が切替えられた場合においても実際の燃料噴射量が所望の燃料噴射量から乖離することを抑制できる。また、燃料噴射制御の精度を向上し、燃費の向上を図ることが可能となる。

[0016] また、本発明に係る燃料供給装置は、前記切替制御手段は、前記電気的特性が、前記切替弁の状態が遅く切替り始める値である場合には早く切替り始める値である場合と比較して前記切替タイミングが早くなるよう設定することを特徴とする。

[0017] この構成により、切替制御手段は、切替弁の状態が遅く切替り始める場合には早く切替り始める場合と比較して、切替タイミングを早めることにより、電気的特性が燃料圧制御に与える影響を抑制することができる。

[0018] また、本発明に係る燃料供給装置は、前記電気的特性の値は、内燃機関から出力される動力によって発電するオルタネータの起電力の大きさであることを特徴とする。

[0019] この構成により、切替制御手段は、オルタネータの起電力の大きさに基づいて切替弁の状態が切替るタイミングを算出できる。したがって、燃料消費部に供給する燃料の燃料圧を直接検出する必要が無く、燃料圧を検出するためのセンサを設ける必要がなくなる。したがって、低コストでありながら燃

料圧切替制御の精度を高めることが可能となる。

[0020] また、本発明に係る燃料供給装置は、前記切替制御手段は、前記切替弁の状態を切替える前のオルタネータの起電力を前記電気的特性とすることを特徴とする。

[0021] この構成により、切替制御手段は、オルタネータの起電力に基づいて切替弁の状態が切替り始めるタイミングを設定することができる。したがって、切替弁の状態が切替るために要する時間および燃料圧が切替ってから定常状態になるまでの時間を予め測定しておくことで、燃料圧が定常状態になる時間を予測することが可能となる。

[0022] また、本発明に係る燃料供給装置は、燃料を調圧し燃料消費部に供給する燃料供給装置であって、少なくとも前記燃料の燃料圧を高圧にする高圧供給状態と低圧にする低圧供給状態とのいずれかの状態を取り得る可変燃料圧調整弁と、入力される電力の電気的特性に応じて前記可変燃料圧調整弁の状態を前記高圧供給状態と前記低圧供給状態との間で切替える切替弁と、少なくとも前記切替弁に対する前記電力の入力の有無を制御する切替制御手段と、を備え、前記切替制御手段は、前記切替弁に対する電力の供給の有無を切替えたことを条件に前記電力の電気的特性を検出し、検出した前記電気的特性に基づいて前記燃料圧の切替りに要求される時間を予測することを特徴とする。

[0023] この構成により、切替制御手段は、切替弁に入力される電気的特性に応じて切替弁の状態が切替る時間を算出することができる。したがって、電気的特性に応じて切替弁の状態が切替る時間が異なる場合においても、切替弁の状態が切替る時間を算出することで、燃料噴射制御に対する影響を低減することが可能になる。このため、切替え指示を行うタイミングや燃料噴射タイミングを最適化し、燃料圧が切替わった場合においても実際の燃料噴射量が所望の燃料噴射量から乖離することを抑制できる。また、燃料噴射制御の精度を向上し、燃費の向上を図ることが可能となる。

[0024] また、本発明に係る燃料供給装置は、前記切替制御手段は、前記切替弁に

対する電力の供給の有無を切替えた後、かつ、前記切替弁の状態が切替り始める前に、前記燃料圧の切替りに要求される時間を予測することを特徴とする。

[0025] この構成により、切替制御手段は、切替弁の状態が切替り始める時間を予測することができる。これにより、切替え指示を行うタイミングや燃料噴射タイミングを最適化し、燃料圧が切替わった場合においても実際の燃料噴射量が所望の燃料噴射量から乖離することを抑制できる。

[0026] また、本発明に係る燃料供給装置は、前記切替制御手段は、前記切替弁に入力される電力の電流値を前記電気的特性とすることを特徴とする。

[0027] この構成により、切替弁に対する切替指示が行われた後においても、切替弁の状態が切替るのに要求される時間を算出することが可能となる。

[0028] また、本発明に係る燃料供給装置は、前記燃料消費部において燃料を噴射するタイミングを制御する燃料噴射制御手段をさらに備え、前記燃料噴射制御手段は、前記切替制御手段により算出された前記燃料圧の切替りに要求される時間に基づいて燃料を噴射するタイミングを調節することを特徴とする。

[0029] この構成により、燃料圧の切替えが発生した場合においても、燃料圧が切替るために要求される時間を算出することにより、ある時点における燃料圧を予測し、当該時点における予測した燃料圧に基づいて燃料噴射を実行することにより、燃料噴射量の精度を高めることができる。

[0030] また、本発明に係る燃料供給装置は、前記切替弁に電流を供給する配線に断線が発生しているか否かを前記配線を通る電流の大きさに基づいて検出する断線検出手段を備え、

前記切替制御手段は、前記断線検出手段により検出される電流の大きさに基づいて前記切替りタイミングを算出することを特徴とする。

[0031] この構成により、切替制御手段は、切替弁に供給される電流の大きさに基づいて切替弁の状態が切替るタイミングを算出できる。したがって、燃料消費部に供給する燃料の燃料圧を直接検出する必要が無く、燃料圧を検出する

ためのセンサを設ける必要が無くなる。したがって、低コストでありながら切替制御の精度を高めることができる。

[0032] また、本発明に係る燃料供給装置は、前記可変燃料圧調整弁は、前記燃料が導入される燃料導入口および該燃料が排出される燃料排出口を有するハウジングと、前記ハウジングとの間に前記燃料導入口に連通する調圧室を形成する隔壁部と前記調圧室内の燃料圧に応じて前記調圧室を前記燃料排出口に連通させる開弁方向に変位する可動弁体部とを有する調圧部材と、を備え、前記調圧室の内部に前記燃料排出口に連通するとともに前記可動弁体部の変位に応じて開度が増加する排出穴を形成する第1弁座部と、前記調圧室の内部に前記可動弁体部の変位に応じて開度が増加するとともに操作圧を有する燃料が導入される操作圧燃料導入穴を形成する第2弁座部とが、それぞれ前記ハウジングに設けられ、前記調圧部材が前記開弁方向に燃料圧を受ける面積が、前記操作圧燃料導入穴内の操作圧に応じて変化することを特徴とする。

[0033] この構成により、調圧部材が燃料圧を受ける面積を可変とすることにより燃料圧が2段階に調圧される。したがって、可変燃料圧調整弁の内部を3室にしたり、可変燃料圧調整弁を2つ設けることなく燃料消費部に供給される燃料圧を2段階に制御することができる。このため、燃料供給装置を小型化することができる。

発明の効果

[0034] 本発明によれば、可変燃料圧調整弁を有する燃料供給装置において、切替え指示を行うタイミングや燃料噴射タイミングを最適化し、燃料圧が切替わった場合においても実際の燃料噴射量が所望の燃料噴射量から乖離することを抑制することにより、燃費向上を図ることができる燃料供給装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1]本発明の第1の実施の形態に係る燃料供給装置およびその周辺を示す概略構成図である。

[図2]本発明の第1の実施の形態に係る切替弁の概略構成図である。

[図3]本発明の第1の実施の形態に係る燃料供給装置の高圧供給状態を示す概略構成図である。

[図4]本発明の第1の実施の形態に係る燃料供給装置の低圧供給状態を示す概略構成図である。

[図5]本発明の第1の実施の形態に係る燃料供給装置の概略ブロック構成図である。

[図6]本発明の第1の実施の形態に係る電力供給ユニット周辺の回路図である。

[図7]本発明の第1の実施の形態に係る燃料供給装置のタイミングチャートである。

[図8]本発明の第1の実施の形態に係る切替弁の電流特性を示すグラフである。

[図9]本発明の第1の実施の形態に係るオルタネータの起電力 E_b と切替遅れ時間とを対応付けた切替遅れ時間マップである。

[図10]本発明の第1の実施の形態に係る燃料圧と燃料噴射量との関係を示すグラフである。

[図11]本発明の第1の実施の形態に係る燃料圧切替制御処理を示すフローチャートである。

[図12]本発明の第2の実施の形態に係る切替弁の電流特性を示すグラフである。

[図13]本発明の第2の実施の形態に係るオルタネータの起電力 E_b と切替遅れ時間とを対応付けた切替遅れ時間マップである。

[図14]本発明の第2の実施の形態に係る燃料圧切替制御処理を示すフローチャートである。

[図15]本発明の第3の実施の形態に係る断線検出回路の概略構成図である。

[図16]本発明の第3の実施の形態に係る切替弁の電流特性を示すグラフである。

[図17]本発明の第3の実施の形態に係る燃料圧切替制御処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0036] (第1の実施の形態)

以下、本発明の第1の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、本実施の形態においては、本発明に係る燃料供給装置を4気筒のガソリンエンジンを搭載した車両に適用する場合について説明する。

[0037] まず、構成について説明する。

[0038] 図1に示すように、本発明の第1の実施の形態に係る燃料供給装置8は、エンジン1で消費される燃料を貯留する燃料タンク2と、燃料タンク2の内部に貯留された燃料をエンジン1の複数のインジェクタ3に圧送する燃料圧送機構10と、燃料圧送機構10からインジェクタ3に供給される燃料を導入して予め設定された燃料圧P1に調圧するプレッシャレギュレータ20と、プレッシャレギュレータ20により調圧される燃料圧P1を高圧側の設定圧と低圧側の設定圧との間で切替えるようプレッシャレギュレータ20を制御する切替弁60と、を備えている。ここで、プレッシャレギュレータ20は、本発明に係る可変燃料圧調整弁を構成する。

[0039] エンジン1は、車両に搭載される多気筒の内燃機関により構成されている。本実施の形態においては、4つの気筒5を備える4サイクルガソリンエンジンにより内燃機関が構成されている。ここで、各気筒5は、本発明に係る燃料消費部を構成する。インジェクタ3は、エンジン1の各気筒5にそれぞれ設置されており、噴孔を形成する端部3aが吸気ポート7内に露出している。

[0040] また、燃料圧送機構10とインジェクタ3はデリバリーパイプ4を介して接続されており、燃料圧送機構10からの燃料は、デリバリーパイプ4を介して各インジェクタ3に分配されるようになっている。

[0041] 燃料圧送機構10は、燃料タンク2内の燃料を吸入口から汲み上げ、加圧して吐出口から吐出する燃料ポンプユニット11と、燃料ポンプユニット1

１の吸入口側に設置され燃料ポンプユニット１１内への異物の吸入を阻止するサクションフィルタ１２と、燃料ポンプユニット１１の吐出口側に設置され燃料ポンプユニット１１から吐出された燃料に含まれる異物を除去する燃料フィルタ１３と、燃料フィルタ１３の上流側または下流側に設置されるチェック弁１４と、を有している。

[0042] 燃料ポンプユニット１１は、ポンプ作動用の羽根車を有する燃料ポンプ１１ｐと、燃料ポンプ１１ｐを回転駆動する内蔵直流モータであるポンプ駆動モータ１１ｍへの通電を後述するＥＣＵ（Electronic Control Unit）５１により制御させることで駆動および停止されるようになっている。

[0043] また、燃料ポンプユニット１１は、燃料タンク２内から燃料を汲み上げ加圧して吐出することができるとともに、同一の供給電圧に対しそのポンプ駆動モータ１１ｍの回転速度〔rpm〕を負荷トルクに応じて変化させたり、供給電圧の変化に対応してポンプ駆動モータ１１ｍの回転速度を変化させたりすることで、単位時間あたりの吐出量や吐出圧を変化させることができるようになっている。

[0044] チェック弁１４は、燃料ポンプユニット１１からインジェクタ３側への燃料供給方向に開弁する一方、インジェクタ３側から燃料ポンプユニット１１側への燃料の逆流方向には閉弁し、加圧された供給燃料の逆流を阻止するようになっている。

[0045] 燃料タンク２の上部には、燃料ポンプユニット１１の動作を制御する燃料ポンプコントローラ（以下、ＦＰＣという）１７が設けられており、このＦＰＣ１７には、ポンプ駆動モータ１１ｍの端子電圧を検出する電圧検出部や、ポンプ駆動モータ１１ｍに流れる電流を検出する電流検出部が装着されている。

[0046] ＦＰＣ１７は、ＥＣＵ５１からのポンプ制御信号と、ポンプ駆動モータ１１ｍの端子電圧を検出する電圧検出部の検出信号との偏差に応じて、燃料ポンプユニット１１のポンプ駆動モータ１１ｍに印加する電圧を制御したり、燃料圧送機構１０の異常診断のためのポンプ駆動モータ１１ｍの作動状態に

応じた診断用信号をECU51に供給したりするようになっている。

[0047] 図1および図3に示すように、プレッシャレギュレータ20は、燃料が導入される流体導入口21aおよびその燃料が排出される流体排出口21bを有するハウジング21を備えている。ハウジング21は、一对の凹状のハウジング部材18、19をそれらの外周部でかしめ結合して形成されている。

[0048] ハウジング21の内部には、ハウジング21の内部を2室に区画する隔壁状の調圧部材22が設けられている。この調圧部材22は、ハウジング21との間に流体導入口21aに連通する調圧室23を形成する隔壁部24と、調圧室23内の燃料圧に応じた開度で調圧室23を流体排出口21bに連通させる開弁方向に変位する可動弁体部25とを一体化したものである。隔壁部24は、その一面側で調圧室23内の燃料圧を常時受圧するようになっている。

[0049] また、隔壁部24は、その他面側でハウジング21との間に調圧室23側に背圧を付与する背圧室26を形成しており、背圧室26内には、調圧部材22の可動弁体部25を閉弁方向に付勢する圧縮コイルばね27が設けられている。また、調圧部材22と共に背圧室26を形成する他方のハウジング部材19には、少なくとも1つの大気圧導入穴19aが形成されている。

[0050] さらに、ハウジング21の内側には、互いに径が異なる外側筒状部材29および内側筒状部材30が設置されている。内側筒状部材30および外側筒状部材29の可動弁体部25側の端部には、それぞれ第1弁座部31および第2弁座部32が形成されている。また、外側筒状部材29と内側筒状部材30とによって、操作圧燃料導入穴32hが形成されている。操作圧燃料導入穴32hは、操作圧流出口21cを介して切替弁60の内部に連通している。

[0051] 図2に示すように、切替弁60は、プレッシャレギュレータ20の操作圧燃料導入穴32h内の燃料圧を切替えるためのもので、合成樹脂製のボビン63と、電磁コイル61と、バルブ67と、圧縮コイルばね62と、電磁コイル61の外周を覆うシールド65と、ステータコア68と、を備えている。

。

[0052] ボビン 63 は、ボビン部 73 と、シリンダ部 74 と、燃料管部 75 と、を備えている。ボビン部 73 の外周には、電磁コイル 61 が巻きつけられている。一方、ボビン部 73 の内側には圧縮コイルばね 62 が収容されている。

[0053] シリンダ部 74 とボビン部 73 とは、内周面が同一面となるよう形成されており、バルブ 67 は、シリンダ部 74 の内部に往復動可能に収容されている。

[0054] 燃料管部 75 は、シリンダ部 74 の端部に形成されており、プレッシャレギュレータ 20 の操作圧流出口 21c を介して燃料が流入される燃料流入管 77 と、燃料を燃料タンク 2 内にリターンするための燃料流出管 78 と、シリンダ部 74 の内側に向けた開口を形成する開口端部 70 と、を備えている。

[0055] バルブ 67 は、略円柱形状の磁性体からなり、アーマチャ部 71 と、一方の端面に設けられたシール部 64 とを有している。バルブ 67 がシリンダ部 74 で移動してシール部 64 が開口端部 70 に押圧されることにより、燃料流入管 77 内の流路と燃料流出管 78 内の流路との連通が阻止されるようになっている。

[0056] 圧縮コイルばね 62 は、バルブ 67 が燃料流入管 77 内の流路と燃料流出管 78 内の流路との連通を阻止する方向に付勢している。

[0057] このように構成される切替弁 60 において、電磁コイル 61 に通電されている ON 状態のときは、図 3 に示すように、バルブ 67 は、電磁コイル 61 により圧縮コイルばね 62 の付勢力に抗して吸引され、燃料流入管 77 内の流路と燃料流出管 78 内の流路とが連通される。したがって、燃料流入管 77 に流入された燃料は、シリンダ部 74 を経て燃料流出管 78 から排出される。

[0058] 一方、電磁コイル 61 に通電されていない OFF 状態のときは、図 4 に示すように、バルブ 67 は、圧縮コイルばね 62 の付勢により燃料流入管 77 内の流路と燃料流出管 78 内の流路との連通を阻止する。したがって、燃料

流入管 7 7 に流入された燃料は、バルブ 6 7 により燃料タンク 2 への流出を阻止される。

[0059] 次に、燃料圧の高圧時におけるプレッシャレギュレータ 2 0 の作用について説明する。

[0060] 燃料ポンプユニット 1 1 (図 1 参照) の運転中において、E C U 5 1 により燃料圧が高圧に設定されると、図 3 に示すように、切替弁 6 0 が E C U 5 1 により O N 状態に制御される。

[0061] このとき、バルブ 6 7 のシール部 6 4 が開口端部 7 0 から離隔し、燃料流入管 7 7 内の流路と燃料流出管 7 8 内の流路とが連通する。そのため、操作圧燃料導入穴 3 2 h は、燃料タンク 2 内と連通し、排出穴 3 1 h および操作圧燃料導入穴 3 2 h のいずれもが大気圧となる。したがって、調圧室 2 3 の内部の燃料のみが調圧部材 2 2 を開弁方向に付勢する。つまり、調圧部材 2 2 の有効受圧面積が、隔壁部 2 4 の環状受圧面 2 4 a のみとなる。これにより、可動弁体部 2 5 の閉弁方向の推力が増加し、可動弁体部 2 5 を閉弁方向に付勢する圧縮コイルばね 2 7 の撓み量が減少することで、可動弁体部 2 5 が第 1 弁座部 3 1 および第 2 弁座部 3 2 に対して閉弁方向に変位する。

[0062] この可動弁体部 2 5 の閉弁方向への変位により、燃料通路 1 5 から分岐通路 1 5 a を介して調圧室 2 3 に供給される燃料量が減少し、結果として燃料通路 1 5 内を流通する燃料が高圧に調圧される。

[0063] 一方、燃料ポンプユニット 1 1 の運転中において、E C U 5 1 により燃料圧が低圧に設定されると、図 4 に示すように、切替弁 6 0 が E C U 5 1 により O F F 状態に制御される。

[0064] このとき、バルブ 6 7 のシール部 6 4 が開口端部 7 0 に当接し、燃料流入管 7 7 内の流路と燃料流出管 7 8 内の流路との連通が阻止される。そのため、燃料流入管 7 7 と、プレッシャレギュレータ 2 0 の操作圧燃料導入穴 3 2 h は、燃料下流側における端部が閉塞されるため、操作圧燃料導入穴 3 2 h 内の燃料圧は、調圧室 2 3 内の燃料圧と等しくなる。つまり、排出穴 3 1 h のみが大気圧となり、調圧室 2 3 の内部の燃料および操作圧燃料導入穴 3 2

hの燃料が調圧部材22を開弁方向に付勢する。したがって、調圧部材22の有効受圧面積が拡大し、隔壁部24の環状受圧面24aおよび操作圧燃料導入穴32hに対向する略円形の受圧面を含むものとなる。したがって、可動弁体部25の開弁方向の推力が増加し、可動弁体部25を開弁方向に付勢する圧縮コイルばね27の撓み量が増加することで、可動弁体部25が第1弁座部31および第2弁座部32に対して開弁方向に変位する。

[0065] そして、その可動弁体部25の開弁方向への変位により燃料通路15から分岐通路15aを介して調圧室23に供給される燃料が増加し、結果として燃料通路15内を流通する燃料が低圧に調圧される。

[0066] 図5に示すように、本実施の形態に係るエンジン1を搭載した車両は、エンジン回転数センサ41、エアフロメータ42、吸気温センサ43、スロットル開度センサ44、冷却水温センサ45、アクセル開度センサ46、燃料温度センサ47および大気圧センサ48を備えている。これらのセンサは、検出結果を表す信号をECU51にそれぞれ出力するようになっている。

[0067] エンジン回転数センサ41は、エンジン1のクランクシャフトの回転数を検出し、エンジン回転数 N_e としてECU51に出力する。エアフロメータ42は、図示しないスロットルバルブより吸気上流側に配置され、吸入空気量に応じた検出信号をECU51に出力する。吸気温センサ43は、図示しない吸気マニホールドに配置され、吸入空気の温度に応じた検出信号をECU51に出力する。スロットル開度センサ44は、スロットルバルブの開度に応じた検出信号をECU51に出力する。

[0068] 冷却水温センサ45は、エンジン1のシリンダブロックに形成されたウォータージャケットに配置されており、エンジン1の冷却水温 T_w に応じた検出信号をECU51に出力する。アクセル開度センサ46は、アクセルペダルの踏み込み量に応じた検出信号をECU51に出力する。

[0069] 燃料温度センサ47は、燃料通路15内を流通する燃料の温度に応じた検出信号をECU51に出力する。大気圧センサ48は、大気圧に応じた検出信号をECU51に出力する。

- [0070] ECU 51は、図5に示すように、CPU (Central Processing Unit) 52、RAM (Random Access Memory) 53、ROM (Read Only Memory) 54およびバックアップメモリ55などを備えている。なお、本実施の形態に係るECU 51は、本発明に係る切替制御手段および燃料供給制御手段を構成する。
- [0071] ROM 54は、燃料圧切替制御および気筒5における燃料噴射制御を実行するための制御プログラムを含む各種制御プログラムや、これらの各種制御プログラムを実行する際に参照されるマップなどが記憶されている。CPU 52は、ROM 54に記憶された各種制御プログラムやマップに基づいて各種の演算処理を実行するようになっている。また、RAM 53は、CPU 52による演算結果や、上述した各センサから入力されたデータ等を一時的に記憶するようになっている。バックアップメモリ55は、不揮発性のメモリにより構成されており、例えばエンジン1の停止時に保存すべきデータ等を記憶するようになっている。
- [0072] CPU 52、RAM 53、ROM 54およびバックアップメモリ55は、バス58を介して互いに接続されるとともに、入力インターフェース56および出力インターフェース57と接続されている。
- [0073] 入力インターフェース56には、エンジン回転数センサ41、エアフロメータ42、吸気温センサ43、スロットル開度センサ44、冷却水温センサ45、アクセル開度センサ46、燃料温度センサ47および大気圧センサ48が接続されている。さらに、入力インターフェース56には、オルタネータ35が接続されている。なお、車両がECU 51以外の他のECUを搭載し、これらのセンサのうち少なくとも一部から出力された信号が、当該他のECUを介してECU 51に入力されるようにしてもよい。
- [0074] 出力インターフェース57は、インジェクタ3、点火プラグ6、FPC 17、切替弁60や図示しないスロットルバルブなどに接続されている。そして、ECU 51は、上記した各種センサの出力に基づいて、燃料圧切替制御および燃料噴射制御などを含む各種制御を実行する。

[0075] 本実施の形態において、ECU 51は、オルタネータ35の起電力を検出するようになっている。図6は、本実施の形態における電力供給ユニット34周辺の回路図である。

[0076] 電力供給ユニット34は、エンジン1に機械的に接続されるオルタネータ35と、オルタネータ35に電氣的に接続されるバッテリー37とを有している。オルタネータ35は、エンジン1にベルト36で接続され、ベルト36を介してエンジン1から駆動力が入力されるようになっている。

[0077] オルタネータ35は、図示しない固定子のステータコイル、回転子のロータコイル、整流器およびレギュレータから構成されている。ロータコイルは、レギュレータを介してイグニッションスイッチ38の一端子に接続されている。イグニッションスイッチ38の他端子はバッテリー37に接続されており、イグニッションスイッチ38がON状態に移行すると、バッテリー37からレギュレータを介してロータコイルに通電され、ロータコイルが磁化される。エンジン1により生成された駆動力は、ロータコイルに入力されるようになっており、エンジン1の回転に連動してロータコイルが回転すると、ステータコイルに交流電圧が発生する。発生した交流電圧は整流器で直流電圧に変換され、この直流電圧がオルタネータ35の起電圧としてバッテリー37に印加される。

[0078] オルタネータ35の起電力は、エンジン回転数 N_e に応じて変化する。エンジン回転数 N_e が高回転数である場合には、オルタネータ35の起電力は、例えば14[V]の近傍になる。一方、エンジン回転数 N_e が低回転数である場合には、オルタネータ35の起電力は例えば8[V]の近傍になる。

[0079] また、オルタネータ35はECU 51に接続されており、オルタネータ35の起電力がECU 51に入力されるようになっている。また、切替弁60の電磁コイル61（図2参照）は、ECU 51に接続されており、オルタネータ35の起電力に応じた電圧が電磁コイル61に印加されるようになっている。つまり、切替弁60の電磁コイル61に印加される電圧は、オルタネータ35の起電力を検出することにより求められる。

[0080] また、ECU 51は、CPU 52（図5参照）により制御されるトランジスタ69を有している。トランジスタ69は、オルタネータ35の起電力を切替弁60の電磁コイル61に印加するON状態と、オルタネータ35の起電力が切替弁60の電磁コイル61に印加されないOFF状態とのいずれかの状態をとるようになっている。

[0081] 図7は、以上のように構成された燃料供給装置8の動作を示すタイミングチャートである。なお、本実施の形態においては、図7において、燃料圧が低压から高压に切替えられる箇所について説明する。また、オルタネータ35の起電力 E_b が12[V]である場合を例に説明する。

[0082] まず、ECU 51は、車両の走行状態に基づいて、時刻 T_0 より前に燃料圧を低压から高压に切替える燃料圧切替要求が発生したと判断している。そして、ECU 51は、オルタネータ35の起電力 E_b を検出すると、後述するように設定される時刻 T_0 において、オルタネータ35の起電力が切替弁60の電磁コイル61に印加されるよう、トランジスタ69をON状態にする（実線81参照）。

[0083] トランジスタ69がON状態になると、電磁コイル61に印加される電圧が0[V]から12[V]になる（実線82参照）。このとき、切替弁60の電磁コイル61に電圧 E_b が印加されると、切替弁60の電磁コイル61に供給される電流 I は、以下の式（1）で表される。

$$[0084] \quad I(t) = E_b / R (1 - \exp(-t/\tau)) \quad (1)$$

ここで、 E_b は、オルタネータ35の起電力であり、 τ は、 L/R により表される時定数である。また、 R は、電磁コイル61の電気抵抗、 L は、電磁コイル61のインダクタンスを表している。

[0085] このため、電磁コイル61に供給される電流 I は、式（1）に表される応答特性にしたがって上昇する（実線83参照）。このような電流 I が電磁コイル61に供給されると、切替弁60のバルブ67に加わる吸引力 F は、以下の式（2）により表される。

$$[0086] \quad F = \Phi^2 / (2 \cdot \mu \cdot S) \quad (2)$$

式（２）において、 μ は透磁率であり、真空の透磁率と比透磁率の積により求められる。また、 S は磁気通路の断面積を表している。また、 Φ は、磁気ギャップ中の磁束であり、以下の式（３）により表される。

$$[0087] \quad \Phi = n \cdot (I / R) \quad (3)$$

式（３）において、 n は電磁コイル６１のターン数、 I は上記式（１）により求められる電流、 R は磁気抵抗をそれぞれ表している。

[0088] したがって、電磁コイル６１に供給される電流 I が上記式（１）にしたがって増加すると、電磁コイル６１のバルブ６７に対する吸引力は、式（２）にしたがって増加する。

[0089] そして、時刻 T_1 において、バルブ６７に対する電磁コイル６１の吸引力が、圧縮コイルばね６２のバルブ６７に対する付勢力より大きくなると、バルブ６７のシール部６４が開口端部７０に当接する下死点から離隔する上死点の方向に移動を開始する（実線８４参照）。その結果、プレッシャレギュレータ２０の操作圧燃料導入穴３２内の燃料圧、すなわちパイロット圧が３００［ｋＰａ］から大気圧に低下する（実線８５参照）。

[0090] これにより、プレッシャレギュレータ２０の可動弁体部２５は、オーバーシュートを経て閉弁方向に変位し（実線８６参照）、燃料通路１５内を流通する燃料が高圧となる（実線８７参照）。

[0091] ところで、この可動弁体部２５のオーバーシュート量および変位の変動の収束の特性は、プレッシャレギュレータ２０の構造に依存するため、予め実験的な測定により求めることができる。これに対し、切替弁６０のバルブ６７が下死点から上死点に移動を開始する時刻 T_1 は、上記式（１）に示すように、電磁コイル６１に印加される電圧 E_b に応じて電磁コイル６１に供給される電流 I が変わるため、毎回異なる値となる。つまり、オルタネータ３５の起電力 E_b によって時刻 T_0 から T_1 までの時間 t_1 が変動する。

[0092] したがって、本実施の形態に係るＥＣＵ５１は、燃料圧を低圧から高圧に切替える際に、オルタネータ３５の起電力 E_b を検出することにより、時刻 T_1 を予測し、この予測した時刻 T_1 に基づいて燃料圧の切替タイミングを

制御したり、燃料噴射制御における燃料噴射タイミングを調節するようになっている。ここで、本実施の形態に係るオルタネータ 35 の起電力 E_b は、本発明に係る電気的特性を意味する。

[0093] ECU 51 の電圧検出部は、オルタネータ 35 の起電力 E_b を随時検出可能となっている。したがって、ECU 51 は、燃料圧の切替要求が発生した時点において電圧検出部によってオルタネータ 35 の起電力 E_b を検出し、この起電力 E_b に基づいて、燃料圧の切替えを開始した場合に電磁コイル 61 に供給される電流 I の変化を予測できる。

[0094] また、上記のように、電磁コイル 61 に供給される電流 I の時間変化を予測することにより、切替弁 60 のバルブ 67 に加わる吸引力 F が求まるので、ECU 51 は、切替弁 60 が OFF 状態から ON 状態に移行を開始するタイミング、つまりバルブ 67 が移動を開始するタイミングを推定できるようになっている。

[0095] 図 8 は、上記式 (1) の電流特性を有する切替弁 60 において、電磁コイル 61 に電圧 E_b が印加された時点からバルブ 67 が動き出すまでの時間を表すグラフである。

[0096] 線 89 ないし 92 は、オルタネータ 35 の起電力 E_b がそれぞれ 14 [V]、12 [V]、10 [V] および 8 [V] における電流 $I(t)$ の時間変化を計算により算出したものである。一方、点 93 乃至 96 は、オルタネータ 35 の起電力 E_b がそれぞれ 14 [V]、12 [V]、10 [V] および 8 [V] において、電磁コイル 61 に電圧が印加された時点からバルブ 67 が動き出すまでの時間を実測したものである。

[0097] 切替弁 60 のバルブ 67 は、圧縮コイルばね 62 による付勢力よりも電磁コイル 61 による吸引力が大きくなった場合に動き出す。図 8 において、破線 97 は、圧縮コイルばね 62 による付勢力と電磁コイル 61 による吸引力が釣り合う電流値を表しており、この破線 97 よりも上側の領域において、圧縮コイルばね 62 による付勢力よりも電磁コイル 61 による吸引力が大きくなり、バルブ 67 が開状態に移行する。

- [0098] 図8に示すように、計算により算出した場合および実測においても、オルタネータ35の起電力 E_b と、バルブ67の動きだすタイミング、すなわち時刻 T_0 から時刻 T_1 までの切替遅れ時間 t_1 は、ほぼ一致しており、切替遅れ時間と起電力 E_b との間に相関関係があることがわかる。
- [0099] 図9は、オルタネータ35の起電力 E_b と切替遅れ時間 t_1 とを対応付けた切替遅れ時間マップである。この切替遅れ時間マップは、図8に示したように実験的結果に基づいて作成される。ECU51は、この起電力 E_b と切替遅れ時間 t_1 との関係を示す切替遅れ時間マップを予めROM54に記憶しており、ECU51は、オルタネータ35の起電力 E_b を表す信号を取得すると、切替遅れ時間マップを参照して切替遅れ時間 t_1 を算出するようになっている。
- [0100] ここで、インジェクタ3が開弁した際に各気筒5の燃焼室内に噴射される燃料噴射量は、インジェクタ3の開弁時間および燃料圧に応じて求められる。
- [0101] 図10は、インジェクタ3の開弁時間を同一にした場合における燃料圧と燃料噴射量との関係を示すグラフである。図10に示すように、インジェクタ3による燃料噴射量は、燃料圧の平方根に比例している。そのため、ECU51は、車速やアクセル開度などに基づいて、各気筒5の燃焼室に供給される燃料量を算出すると、燃料圧に応じてインジェクタ3の開弁時間を設定するようになっている。
- [0102] ところで、燃料圧を低圧から高圧に移行した際に、燃料圧が高圧の近傍で変動している時点、すなわち、燃料圧が定常状態になる前の時点でインジェクタ3による燃料噴射が実行されると、燃料圧が目標の高圧と完全に一致していないため、目標とする燃料噴射量と実際の燃料噴射量とが乖離する。そのため、実空燃比が目標空燃比から乖離し、燃費の悪化や排気浄化性能の低下が発生する可能性がある。
- [0103] そこで、本発明に係る燃料供給装置8は、ECU51が上述した方法で切替遅れ時間 t_1 を算出し、燃料圧が低圧から高圧に完全に移行する時刻を推

定する燃料圧切替制御と、燃料噴射のタイミングを制御する燃料噴射制御とを協調して実行する協調制御により、所望の燃料噴射量で燃焼室に燃料が供給されるようにしている。これにより、実空燃比が目標空燃比から乖離し、燃費の悪化や排気浄化性能の低下を抑制するようになっている。

[0104] 協調制御としては、ECU 51は、例えば、燃料圧切替制御によってトランジスタ69をON状態に移行してから燃料圧が低圧から高圧に完全に移行するまでの時間を算出するとともに、燃料噴射制御によって次の燃料噴射のタイミングを算出する。そして、算出した燃料噴射のタイミングにおいてすでに燃料圧の移行が終了しているようにトランジスタ69をON状態にするタイミングを設定する。

[0105] この場合、オルタネータ35の起電力E_bが小さいほど、トランジスタ69をON状態にしてからバルブ67が移動を開始するまでの時間が長くなる。したがって、ECU 51は、オルタネータ35の起電力E_bが小さいほど、トランジスタ69をON状態にするタイミングを前倒しし、燃料圧の切替えが終了する時間が遅くなることを抑制するようになっている。

[0106] 次に、本実施の形態に係る燃料圧切替制御処理について図11を参照して説明する。なお、以下の処理は、ECU 51を構成するCPU 52によって所定のタイミングで実行されるとともに、CPU 52によって処理可能なプログラムを実現する。

[0107] 図11に示すように、ECU 51は、まず、車両の走行状態を取得し、燃料圧切替要求が発生したか否かを判定する（ステップS11）。具体的には、ECU 51は、冷却水温センサ45、燃料温度センサ47などの各種センサから入力される信号に基づいて、車両が暖機中であるか否か、あるいは燃料が高温であるか否かを判定し、暖機中あるいは高燃料温度であると判断した場合には、燃料圧を高圧状態に維持し、暖機中および高燃料温度のいずれでもないと判断した場合には、燃料圧を低圧状態に維持する。

[0108] そして、ECU 51は、燃料圧が低圧の場合において、暖機中および高燃料温度のいずれかに該当した場合には、燃料圧切替要求が発生したと判断す

る。

[0109] ECU 51は、燃料圧切替要求が発生したと判断した場合には（ステップS11でYES）、ステップS12に移行し、燃料圧切替要求が発生していないと判断した場合には（ステップS11でNO）、STARTに戻る。

[0110] 次に、ECU 51は、切替遅れ時間 t_1 を算出する（ステップS12）。具体的には、ECU 51は、電圧検出部によってオルタネータ35の起電力 E_b を検出する。そして、上述した切替遅れ時間マップに基づいて、切替遅れ時間 t_1 を算出する。

[0111] 次に、ECU 51は、燃料噴射制御による噴射タイミングを参照し、燃料が噴射されているタイミングに燃料圧の切替えが重ならないよう、切替タイミングを設定する（ステップS13）。この場合、ECU 51は、上記のようにオルタネータ35の起電力 E_b が低いほど切替タイミングを前倒しで設定することにより、燃料圧の切替が終了する前の時点で燃料噴射タイミングが到達することを回避する。なお、ECU 51は、燃料が噴射されているタイミングに燃料圧の切替えが重ならないよう、切替タイミングを設定することに代えて、燃料が噴射されるタイミングに燃料圧の変動が所定値以下となるよう切替タイミングを設定するようにしてもよい。

[0112] 以上のように、本発明の第1の実施の形態に係る燃料供給装置8は、ECU 51が、切替弁60に入力される電気的特性に応じて切替弁60に対する燃料圧切替制御のタイミングを変更することができる。したがって、電気的特性に応じて切替弁60の状態が切替る時間が異なる場合においても、切替タイミングを可変とすることで、燃料噴射制御に対する影響を低減することが可能になる。このため、切替え指示を行うタイミングや燃料噴射タイミングを最適化し、燃料圧が切替えられた場合においても実際の燃料噴射量が所望の燃料噴射量から乖離することを抑制できる。また、燃料噴射制御の精度を向上し、燃費の向上を図ることが可能となる。

[0113] また、ECU 51は、切替弁60の状態が遅く切替り始める場合には早く切替り始める場合と比較して、切替タイミングを早めることにより、電気的

特性が燃料圧制御に与える影響を抑制することができる。したがって、本実施の形態においては、切替弁 60 に対する電気的特性を表す値が小さい場合には大きい場合と比較して、切替タイミングが早くなるよう設定することにより、電気的特性が燃料圧制御に与える影響を抑制することができる。

[0114] また、ECU 51 は、オルタネータ 35 の起電力 E_b の大きさに基づいて切替弁 60 の状態が切替るタイミングを算出できる。したがって、インジェクタ 3 に供給する燃料の燃料圧を直接検出する必要が無く、燃料圧を検出するためのセンサを設ける必要がなくなる。したがって、低コストでありながら燃料圧切替制御の精度を高めることが可能となる。

[0115] また、ECU 51 は、電気的特性に基づいて切替弁 60 の状態が切替り始めるタイミングを設定することができる。したがって、切替弁 60 の状態が切替るために要する時間および燃料圧が切替ってから定常状態になるまでの時間を予め測定しておくことで、燃料圧が定常状態になる時間を予測することが可能となる。

[0116] また、調圧部材 22 が燃料圧を受ける面積を可変とすることにより燃料圧が 2 段階に調圧される。したがって、プレッシャレギュレータ 20 の内部を 3 室にしたり、プレッシャレギュレータ 20 を 2 つ設けることなくインジェクタ 3 に供給される燃料圧を 2 段階に制御することができる。このため、燃料供給装置 8 を小型化することが可能となる。

[0117] なお、以上の説明においては、ECU 51 が燃料圧を低圧から高圧に切替える場合について説明をした。しかしながら、以下に第 2 の実施の形態として説明するように、ECU 51 は、燃料圧を高圧から低圧に切替える場合についても同様の燃料圧切替制御を実行するようにしてもよい。

[0118] (第 2 の実施の形態)

以下、図 1 ないし図 7 を参照して、第 2 の実施の形態に係る燃料供給装置 8 について説明する。なお、第 2 の実施の形態に係る燃料供給装置 8 において、上述の第 1 の実施の形態に係る燃料供給装置 8 と同様の構成要素については、第 1 の実施の形態と同様の符号を用いて説明し、特に相違点について

のみ詳述する。

[0119] 本実施の形態に係る燃料供給装置 8 は、図 1 ないし図 6 に示す各構成要素と同様の構成要素を備えている。

[0120] 本実施の形態に係る ECU 51 は、車両の暖機時や燃料の高温時などに燃料圧を高圧に設定した状態で、車両の暖機が終了したり燃料温度が低下した場合に、燃料圧を高圧から低圧に低下する燃料圧切替制御を実行するようになっている。

[0121] 以上のように構成された燃料供給装置 8 の動作を示すタイミングチャートを図 7 を参照して説明する。なお、以下の説明においては、オルタネータ 35 の起電力 E_b が 12 [V] の場合を例に説明する。また、本実施の形態においては、図 7 において、燃料圧が高圧から低圧に切替えられる箇所について説明する。

[0122] ECU 51 は、車両の暖機時や燃料の高温時などに燃料圧を高圧に設定した状態で、車両の暖機が終了したり燃料温度が低下した場合には、燃料圧を高圧から低圧に切替える燃料圧切替要求が発生したと判断する。

[0123] そして、ECU 51 は、後述するように設定される時刻 T_0 において、切替弁 60 の電磁コイル 61 に印加されているオルタネータ 35 の起電力が遮断されるよう、トランジスタ 69 を ON 状態から OFF 状態に移行する（実線 81 参照）。

[0124] トランジスタ 69 が OFF 状態になると、電磁コイル 61 に印加される電圧が 12 [V] から 0 [V] になる（実線 82 参照）。このとき、切替弁 60 の電磁コイル 61 に印加されていた電圧が E_b から 0 になり、切替弁 60 の電磁コイル 61 に供給される電流 $I(t)$ は、以下の式（4）で表される。

$$[0125] \quad I(t) = E_b / R \cdot \exp(-t / \tau) \quad (4)$$

そのため、電磁コイル 61 に供給される電流 I は、式（4）に表される応答特性にしたがって減少する（実線 83 参照）。

[0126] また、切替弁 60 のバルブ 67 に加わる吸引力 F は、上述した式（2）お

よび式（３）により表される。したがって、電磁コイル６１に供給される電流 I が上記式（４）にしたがって減少すると、電磁コイル６１のバルブ６７に対する吸引力は、式（２）にしたがって減少する。

[0127] そして、時刻 T_1 において、電磁コイル６１のバルブ６７に対する吸引力が、圧縮コイルばね６２のバルブ６７に対する付勢力より小さくなると、バルブ６７のシール部６４が開口端部７０から離隔した上死点から下死点の方向に移動を開始する（実線８４参照）。

[0128] そして、時刻 T_1' において、バルブ６７のシール部６４が開口端部７０に当接すると（実線８４参照）、プレッシャレギュレータ２０の操作圧燃料導入穴３２ｈ内の燃料圧、すなわちパイロット圧が大気圧から３００〔kPa〕に上昇する（実線８５参照）。

[0129] これにより、燃料通路１５内を流通する燃料の燃料圧は、プレッシャレギュレータ２０の可動弁体部２５の開弁方向への変位に応じて、時刻 T_2 において一旦目標となる低圧に達すると、オーバーシュートを経て（実線８７参照）、時刻 T_3 において低圧となる（実線８７参照）。

[0130] 第１の実施の形態と同様に、可動弁体部２５のオーバーシュート量および変位の変動の収束は、予め実験的な測定により求めることができる。また、切替弁６０のバルブ６７が上死点から下死点に到達するまでにかかる時間 t_1' （時刻 $T_1 \sim T_1'$ ）も、予め実験的な測定により求めることができる。これに対し、バルブ６７が上死点から下死点に向けて移動を開始する時刻 T_1 は、上記式（４）に示すように、切替え開始時に電磁コイル６１に印加されている電圧 E_b に応じて電磁コイル６１に供給される電流 I が変わるため変動する。つまり、オルタネータ３５の起電力によって時刻 T_1 が変動する。

[0131] したがって、本実施の形態に係るＥＣＵ５１は、燃料圧を高圧から低圧に切替える際に、オルタネータ３５の起電力 E_b を検出することにより、時刻 T_1 を予測し、この予測した時刻 T_1 に基づいて燃料圧の切替タイミングを制御したり、燃料噴射制御における燃料噴射タイミングを協調制御により調

節するようになっている。

[0132] ECU 51の電圧検出部は、オルタネータ35の起電力 E_b を随時検出可能となっている。したがって、ECU 51は、燃料圧の切替要求が発生した時点において電圧検出部によってオルタネータ35の起電力 E_b を検出し、この起電力 E_b に基づいて、燃料圧の切替を開始した場合に電磁コイル61に供給される電流 I の変化を予測できる。したがって、本実施の形態に係るオルタネータ35の起電力 E_b は、本発明に係る電気的特性を構成する。

[0133] また、切替弁60のバルブ67に加わる吸引力 F は、電磁コイル61に供給される電流 I から求まるので、ECU 51は、切替弁60がON状態からOFF状態に移行するタイミングを推定できるようになっている。

[0134] 図12は、上記式(4)の電流特性を有する切替弁60において、電磁コイル61に印加されていた電圧がOFFになった時点からバルブ67が動き出すまでの時間を表すグラフである。

[0135] 線101ないし104は、オルタネータ35の起電力 E_b がそれぞれ14[V]、12[V]、10[V]および8[V]における電流 $I(t)$ の時間変化を計算により算出したものである。一方、点105乃至108は、オルタネータ35の起電力 E_b がそれぞれ14[V]、12[V]、10[V]および8[V]において、電磁コイル61に印加されていた電圧がOFFになった時点からバルブ67が動き出すまでの時間を実測したものである。

[0136] 切替弁60のバルブ67は、電磁コイル61による吸引力よりも圧縮コイルばね62による付勢力が大きくなった場合に動き出す。図12において、破線109は、圧縮コイルばね62による付勢力と電磁コイル61による吸引力が釣り合う電流値を表しており、この破線109よりも下側の領域において、電磁コイル61による吸引力よりも圧縮コイルばね62による付勢力が大きくなり、バルブ67が閉状態に移行する。

[0137] 図12に示すように、計算により算出した場合および実測においても、オルタネータ35の起電力 E_b と、トランジスタ69がOFF状態になってからバルブ67が動き出すまでの切替遅れ時間 t_1 との関係はほぼ一致してお

り、切替遅れ時間と起電力 E_b との間に相関関係があることがわかる。

[0138] 図13は、オルタネータ35の起電力 E_b と切替遅れ時間 t_1 とを対応付けた切替遅れ時間マップである。ECU51は、この起電力 E_b と切替遅れ時間 t_1 との関係を示すマップを予めROM54に記憶しており、ECU51は、オルタネータ35の起電力 E_b を表す信号を取得すると、マップを参照して切替遅れ時間 t_1 を算出するようになっている。

[0139] ここで、第1の実施の形態において説明したように、インジェクタ3が開弁した際に燃焼室内に噴射される燃料噴射量は、インジェクタ3の開弁時間および燃料圧に応じて求められる。そのため、ECU51は、車速やアクセル開度などに基づいて、各気筒5の燃焼行程において燃焼室に供給される燃料量を算出すると、燃料圧に応じてインジェクタ3の開弁時間を設定するようになっている。

[0140] そして、本実施の形態に係る燃料供給装置8は、ECU51が上述した方法で切替遅れ時間 t_1 を算出し、燃料圧が高圧から低圧に完全に移行する時刻を推定する燃料圧切替制御と、燃料噴射のタイミングを制御する燃料噴射制御とを協調して実行する協調制御により、所望の燃料量が燃焼室に噴射されるようにしている。これにより、実空燃比が目標空燃比から乖離し、燃費が悪化したり排気浄化性能が低下することを抑制するようになっている。

[0141] 協調制御としては、ECU51は、例えば、燃料圧切替制御によりトランジスタ69をOFF状態に移行してから燃料圧が高圧から低圧に完全に移行するまでの時間を算出するとともに、燃料噴射制御により次回の燃料噴射のタイミングを算出する。そして、算出した燃料噴射のタイミングにおいて燃料圧の移行がすでに終了しているようトランジスタ69をOFF状態にするタイミングを設定する。

[0142] この場合、オルタネータ35の起電力 E_b が小さいほど、トランジスタ69をOFF状態にしてからバルブ67が移動を開始するまでの時間が長くなる。したがって、ECU51は、オルタネータ35の起電力 E_b が小さいほど、トランジスタ69をOFF状態にするタイミングを前倒しするようにな

っている。

[0143] 次に、本実施の形態に係る燃料圧切替制御処理について図 14 を参照して説明する。なお、以下の処理は、ECU 51 を構成する CPU 52 によって所定のタイミングで実行されるとともに、CPU 52 によって処理可能なプログラムを実現する。

[0144] 図 14 に示すように、ECU 51 は、まず、車両の走行状態を取得し、燃料圧切替要求が発生したか否かを判定する（ステップ S 21）。具体的には、ECU 51 は、冷却水温センサ 45、燃料温度センサ 47 などの各種センサから入力される信号に基づいて、車両が暖機中であるか否か、あるいは燃料が高温であるか否かを判定し、暖機中あるいは高燃料温度であると判断した場合には、燃料圧を高圧状態に維持し、暖機中および高燃料温度のいずれでもないと判断した場合には、燃料圧を低圧状態に維持する。

[0145] そして、ECU 51 は、燃料圧が高圧の場合において、暖機中および高温のいずれにも該当していない場合には、燃料圧切替要求が発生したと判断する。

[0146] ECU 51 は、燃料圧切替要求が発生したと判断した場合には（ステップ S 21 で YES）、ステップ S 22 に移行し、燃料圧切替要求が発生していないと判断した場合には（ステップ S 21 で NO）、START に戻る。

[0147] ステップ S 22 において、ECU 51 は、オルタネータ 35 の起電力 E_b を検出する。次に、ECU 51 は、切替遅れ時間 t_1 を算出する（ステップ S 23）。具体的には、ECU 51 は、ステップ S 22 で検出したオルタネータ 35 の起電力 E_b と、上述した切替遅れ時間マップに基づいて、切替遅れ時間 t_1 を算出する。

[0148] 次に、ECU 51 は、バルブ 67 の移動時間を算出する（ステップ S 24）。なお、バルブ 67 の移動時間は、オルタネータ 35 の起電力 E_b によらないため、予め実験的な測定により求めておき、ROM 54 に記憶しておく。また、バルブ 67 が移動を終了し、燃料圧が高圧から低圧に低下した後、燃料圧の変動が収束し定常状態となるまでの時間も予め実験的な測定により

求めておき、ROM 54 に記憶しておく。

[0149] 次に、ECU 51 は、燃料噴射制御による噴射タイミングを参照し、燃料が噴射されているタイミングに燃料圧の切替えが重ならないよう、切替タイミングを設定する（ステップ S 25）。この場合、ECU 51 は、ステップ S 23 で算出した切替遅れ時間 t_1 およびステップ S 24 で ROM 54 に記憶した各時間を合計し、燃料圧の切替開始から燃料圧の変動収束までに必要な時間を算出する。そして、上記のようにオルタネータ 35 の起電力 E_b が大きいほど切替タイミングを前倒しで設定することにより、例えば、燃料圧の切替が終了する前の時点で燃料噴射タイミングが到達することを回避する。

[0150] 以上のように、本発明の第 2 の実施の形態に係る燃料供給装置 8 は、ECU 51 が、切替弁 60 に入力される電気的特性に応じて切替弁 60 に対する燃料圧切替制御のタイミングを変更することができる。したがって、電気的特性に応じて切替弁 60 の状態が切替る時間が異なる場合においても、切替タイミングを可変とすることで、燃料噴射制御に対する影響を低減することが可能になる。このため、切替え指示を行うタイミングや燃料噴射タイミングを最適化し、燃料圧が切替えられた場合においても実際の燃料噴射量が所望の燃料噴射量から乖離することを抑制できる。また、燃料噴射制御の精度を向上し、燃費の向上を図ることが可能となる。

[0151] また、ECU 51 は、切替弁 60 の状態が遅く切替り始める場合には早く切替り始める場合と比較して、切替タイミングを早めることにより、電気的特性が燃料圧制御に与える影響を抑制することができる。したがって、本実施の形態においては、切替弁 60 に対する電気的特性を表す値が大きい場合には小さい場合と比較して、切替タイミングが早くなるよう設定することにより、電気的特性が燃料圧制御に与える影響を抑制することができる。

[0152] また、ECU 51 は、オルタネータ 35 の起電力 E_b の大きさに基づいて切替弁 60 の状態が切替るタイミングを算出できる。したがって、インジェクタ 3 に供給する燃料の燃料圧を直接検出する必要が無く、燃料圧を検出す

るためのセンサを設ける必要が無くなる。したがって、低コストでありながら燃料圧切替制御の精度を高めることが可能となる。

[0153] また、ECU 51は、電気的特性に基づいて切替弁60の状態が切替り始めるタイミングを設定することができる。したがって、切替弁60の状態が切替るために要する時間および燃料圧が切替ってから定常状態になるまでの時間を予め測定しておくことで、燃料圧が定常状態になる時間を予測することが可能となる。

[0154] また、調圧部材22が燃料圧を受ける面積を可変とすることにより燃料圧が2段階に調圧される。したがって、プレッシャレギュレータ20の内部を3室にしたり、プレッシャレギュレータ20を2つ設けることなくインジェクタ3に供給される燃料圧を2段階に制御することができる。このため、燃料供給装置8を小型化することが可能となる。

[0155] なお、以上の説明においては、ECU 51は、切替遅れ時間 t_1 を算出すると、燃料噴射制御による噴射タイミングを参照し、この噴射タイミングおよび算出した切替遅れ時間 t_1 とに基づいて、燃料圧の切替タイミングと燃料噴射タイミングとが重ならないよう切替タイミングを前倒しする場合について説明した。しかしながら、以下に第3の実施の形態として説明するように、ECU 51は、電磁コイル61に供給される電流を検出することが可能である場合には、その検出結果に基づいて切替遅れ時間 t_1 を算出してもよい。

[0156] (第3の実施の形態)

以下、図1ないし図7および図15、図16を参照して、第3の実施の形態に係る燃料供給装置8について説明する。なお、第3の実施の形態に係る燃料供給装置8において、上述の第1の実施の形態に係る燃料供給装置8と同様の構成要素については、第1の実施の形態と同様の符号を用いて説明し、特に相違点についてのみ詳述する。

[0157] 本実施の形態に係る燃料供給装置8は、図1ないし図6に示す各構成要素と同様の構成要素を備えている。

[0158] 第3の実施の形態に係る燃料供給装置8において、ECU51は、断検モニタ59を有しており、本発明に係る断線検出手段を構成している。断検モニタ59は、切替弁60の電磁コイル61に供給される電流Iの大きさを検出し、検出した結果を表す信号をCPU52に送信するようになっている。これにより、ECU51は、切替弁60との間に断線が発生しているか否かを判断するようになっている。

[0159] そこで、本実施の形態に係るECU51は、燃料圧切替要求が発生した場合には、切替弁60の電磁コイル61に加わる電圧を切替えるとともに、断検モニタ59から、切替弁60の電磁コイル61に供給される電流Iの大きさを表す信号を取得することにより、切替弁60が閉状態から開状態に移行する時間を推定するようになっている。

[0160] 具体的には、図16に示すように、ECU51は、時刻T0において燃料圧切替要求が発生したと判断し、トランジスタ69をOFF状態からON状態に移行すると、電磁コイル61にオルタネータ35の起電力E_bが印加される。このとき、電磁コイル61に供給される電流I(t)は、第1の実施の形態と同様に上記式(1)に従う。

[0161] そこで、ECU51は、トランジスタ69をOFF状態からON状態に移行した直後の時刻T_dにおいて電流Iの値を検出すると、バルブ67のシール部64が開口端部70に当接する下死点から離隔する上死点の方向に移動を開始する時刻T₁を算出するようになっている。したがって、本実施の形態に係る電磁コイル61に供給される電流I(t)は、本発明に係る電気的特性を構成する。

[0162] また、ECU51は、第1および第2の実施の形態と同様に、バルブ67が移動を開始した時刻T₁から、オーバーシュートを経て燃料圧が高圧で定常状態となる時刻T₃までの時間を予めROM54に記憶している。

[0163] したがって、ECU51は、切替要求の発生後、時刻T_dにおいて電磁コイル61に供給される電流Iの大きさを検出することにより、燃料通路15内の燃料圧が高圧の定常状態になる時刻を算出し、この時刻に基づいて、燃

料噴射制御による燃料噴射タイミングを調節することにより、燃料圧が目標燃料圧とほぼ一致した状態で燃料を噴射させることが可能になる。

[0164] 次に、本実施の形態に係る燃料圧切替制御処理について図 17 を参照して説明する。なお、以下の処理は、ECU 51 を構成する CPU 52 によって所定のタイミングで実行されるとともに、CPU 52 によって処理可能なプログラムを実現する。

[0165] 図 17 に示すように、ECU 51 は、まず、燃料圧切替要求が発生したか否かを判断する（ステップ S 31）。この判断は、例えば上述したステップ S 11 と同様の方法により行われる。

[0166] 次に、ECU 51 は、トランジスタ 69 を OFF 状態から ON 状態に切替えることにより、切替弁 60 の電磁コイル 61 に印加される電圧を切替える（ステップ S 32）。

[0167] 次に、ECU 51 は、電圧が切替えられた直後に電磁コイル 61 に供給される電流 I を検出する（ステップ S 33）。

[0168] 次に、ECU 51 は、ステップ S 33 において検出された電流の大きさに基づいて切替遅れ時間 t_1 を算出する（ステップ S 34）。切替遅れ時間 t_1 の算出は、例えば、予め時刻 T_d における電流値と切替遅れ時間 t_1 との対応を実験的に測定しておき、この関係を表す切替遅れ時間マップを ROM 54 に記憶しておく。そして、ECU 51 は、ステップ S 33 で電流値を検出すると、ROM 54 に記憶されている切替遅れ時間マップを参照し、切替遅れ時間 t_1 を算出する。

[0169] 次に、ECU 51 は、燃料圧が定常状態に移行する時刻を推定する（ステップ S 35）。なお、上述したように、バルブ 67 が移動を開始し、燃料圧が変化を開始した時点から、目標の燃料圧を超えるオーバーシュートを介して定常状態に移行するまでの時間は、オルタネータ 35 の起電力 E_b にほとんど影響を受けないため、予め実験的な測定により求めることが可能である。

[0170] 次に、ECU 51 は、ステップ S 35 において算出した時刻を燃料噴射制

御に反映させる（ステップS 3 6）。例えば、E C U 5 1は、ステップS 3 5において算出した時刻を経過するまでは、燃料噴射を中断するようにする。

[0171] 以上のように、本発明の第3の実施の形態に係る燃料供給装置8は、E C U 5 1が、切替弁6 0に入力される電気的特性に応じて切替弁6 0の状態が切替る時間を算出することができる。したがって、電気的特性に応じて切替弁6 0の状態が切替る時間が異なる場合においても、切替弁6 0の状態が切替る時間を算出することで、燃料噴射制御に対する影響を低減することが可能になる。このため、切替え指示を行うタイミングや燃料噴射タイミングを最適化し、燃料圧が切替わった場合においても実際の燃料噴射量が所望の燃料噴射量から乖離することを抑制できる。また、燃料噴射制御の精度を向上し、燃費の向上を図ることが可能となる。

[0172] また、E C U 5 1は、切替弁6 0の状態が切替り始める時間を予測することができる。これにより、切替え指示を行うタイミングや燃料噴射タイミングを最適化し、燃料圧が切替わった場合においても実際の燃料噴射量が所望の燃料噴射量から乖離することを抑制できる。

[0173] また、切替弁6 0に対する切替指示が行われた後においても、切替弁6 0の状態が切替るのに要求される時間を算出することが可能となる。

[0174] また、燃料圧の切替えが発生した場合においても、燃料圧が切替るために要求される時間を算出することにより、ある時点における燃料圧を予測し、当該時点における予測した燃料圧に基づいて燃料噴射を実行することにより、燃料噴射量の精度を高めることができる。

[0175] また、E C U 5 1は、切替弁6 0に供給される電流の大きさに基づいて切替弁6 0の状態が切替るタイミングを算出できる。したがって、インジェクタ3に供給する燃料の燃料圧を直接検出する必要が無く、燃料圧を検出するためのセンサを設ける必要が無くなる。このため、低コストでありながら燃料圧切替制御の精度を高めることができる。

[0176] なお、以上の説明においては、E C U 5 1は、トランジスタ6 9がO F F

状態からON状態に移行した直後の時点 t_d において検出した電流値に基づいて切替遅れ時間 t_1 を算出する場合について説明した。しかしながら、ECU51は、断検モニタ59により検出される電流 I を常時取得するようにし、電流 I の大きさが、バルブ67の移動開始に必要な大きさに達した時点時刻 T_1 と設定するようにしてもよい。

[0177] また、以上の説明においては、ECU51は、切替遅れ時間マップをROM54に予め記憶しておく場合を例に説明した。しかしながら、ECU51は、時刻 T_d における電流値から時刻 T_1 を算出する式をROM54に記憶しておき、ステップS33において電流値を検出すると、このROM54に記憶した式に基づいて時刻 T_1 を算出するようにしてもよい。

[0178] また、以上の説明においては、ECU51が、燃料圧を低圧から高圧に切替える場合について説明した。しかしながら、ECU51は、上記第2の実施の形態と同様に、燃料圧を高圧から低圧に切替える場合においても、電流 I に基づく切替遅れ時間 t_1 の算出を行い、燃料噴射制御の噴射タイミングに反映させるようにしてもよい。

[0179] この場合、第2の実施の形態と同様に、バルブ67が移動を開始してから下死点に到達するまでのバルブ移動時間と、バルブ67が下死点に到達し、燃料圧が高圧から低圧に移行するまでの燃料圧切替時間および燃料圧が定燃圧で定常状態に移行するまでの燃料圧変動時間とを予めROM54に記憶している。

[0180] そして、ECU51は、燃料圧に対する切替要求が発生し、トランジスタ69をON状態からOFF状態に切替えた時刻 T_0 から、バルブ67が移動を開始する時刻 T_1 までの切替遅れ時間 t_1 を時刻 T_d における電流 I の大きさに基づいて算出すると、ROM54に記憶されているバルブ移動時間、燃料圧切替時間および燃料圧変動時間を参照し、燃料圧が低圧に切替り定常状態になるまでの時間を算出する。

[0181] そして、ECU51は、例えば、燃料圧が低圧になる時点よりも燃料噴射制御により燃料を噴射するタイミングが遅くなるよう燃料圧切替制御と燃料

噴射制御とを協調制御する。

[0182] 以上のように、本発明に係る燃料供給装置は、切替え指示を行うタイミングや燃料噴射タイミングを最適化し、燃料圧が切替わった場合においても実際の燃料噴射量が所望の燃料噴射量から乖離することを抑制することにより、燃費向上を図ることができるという効果を奏するものであり、燃料タンク内に貯留された燃料を調圧して燃料消費部に供給する燃料供給装置に有用である。

符号の説明

- [0183]
- 1 エンジン
 - 2 燃料タンク
 - 3 インジェクタ
 - 3 a 端部
 - 4 デリバリーパイプ
 - 5 気筒
 - 6 点火プラグ
 - 8 燃料供給装置
 - 10 燃料圧送機構
 - 11 燃料ポンプユニット
 - 11 p 燃料ポンプ
 - 15 燃料通路
 - 15 a 分岐通路
 - 20 プレッシュレギュレータ
 - 21 a 流体導入口
 - 21 b 流体排出口
 - 22 調圧部材
 - 25 可動弁体部
 - 34 電力供給ユニット
 - 35 オルタネータ

- 4 5 冷却水温センサ
- 4 7 燃料温度センサ
- 5 1 E C U
- 5 9 断検モニタ
- 6 0 切替弁
- 6 1 電磁コイル
- 6 3 ボビン
- 6 4 シール部
- 6 5 シールド
- 6 7 バルブ
- 6 9 トランジスタ
- 7 0 開口端部
- 7 5 燃料管部

請求の範囲

- [請求項1] 燃料を調圧し燃料消費部に供給する燃料供給装置であって、
少なくとも前記燃料の燃料圧を高圧にする高圧供給状態と低圧にする低圧供給状態とのいずれかの状態を取り得る可変燃料圧調整弁と、
入力される電力の電気的特性に応じて前記可変燃料圧調整弁の状態を前記高圧供給状態と前記低圧供給状態との間で切替える切替弁と、
少なくとも前記切替弁に対する前記電力の入力の有無を制御する切替制御手段と、を備え、
前記切替制御手段は、前記切替弁に入力される前記電力の前記電気的特性に基づいて前記切替弁の状態を切替える切替タイミングを設定することを特徴とする燃料供給装置。
- [請求項2] 前記切替制御手段は、前記電気的特性が、前記切替弁の状態が早く切替り始める値である場合には遅く切替り始める値である場合と比較して前記切替タイミングが早くなるよう設定することを特徴とする請求項1に記載の燃料供給装置。
- [請求項3] 前記電気的特性の値は、内燃機関から出力される動力によって発電するオルタネータの起電力の大きさであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の燃料供給装置。
- [請求項4] 前記切替制御手段は、前記切替弁の状態を切替える前のオルタネータの起電力を前記電気的特性とすることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1の請求項に記載の燃料供給装置。
- [請求項5] 燃料を調圧し燃料消費部に供給する燃料供給装置であって、
少なくとも前記燃料の燃料圧を高圧にする高圧供給状態と低圧にする低圧供給状態とのいずれかの状態を取り得る可変燃料圧調整弁と、
入力される電力の電気的特性に応じて前記可変燃料圧調整弁の状態を前記高圧供給状態と前記低圧供給状態との間で切替える切替弁と、
少なくとも前記切替弁に対する前記電力の入力の有無を制御する切替制御手段と、を備え、

前記切替制御手段は、前記切替弁に対する電力の供給の有無を切替えたことを条件に前記電力の電気的特性を検出し、検出した前記電気的特性に基づいて前記燃料圧の切替りに要求される時間を予測することを特徴とする燃料供給装置。

[請求項6] 前記切替制御手段は、前記切替弁に対する電力の供給の有無を切替えた後、かつ、前記切替弁の状態が切替り始める前に、前記燃料圧の切替りに要求される時間を予測することを特徴とする請求項5に記載の燃料供給装置。

[請求項7] 前記切替制御手段は、前記切替弁に入力される電力の電流値を前記電気的特性とすることを特徴とする請求項5または請求項6に記載の燃料供給装置。

[請求項8] 前記燃料消費部において燃料を噴射するタイミングを制御する燃料噴射制御手段をさらに備え、

前記燃料噴射制御手段は、前記切替制御手段により算出された前記燃料圧の切替りに要求される時間に基づいて燃料を噴射するタイミングを調節することを特徴とする請求項5ないし請求項7のいずれか1の請求項に記載の燃料供給装置。

[請求項9] 前記切替弁に電流を供給する配線に断線が発生しているか否かを前記配線を流れる電流の大きさに基づいて検出する断線検出手段を備え、

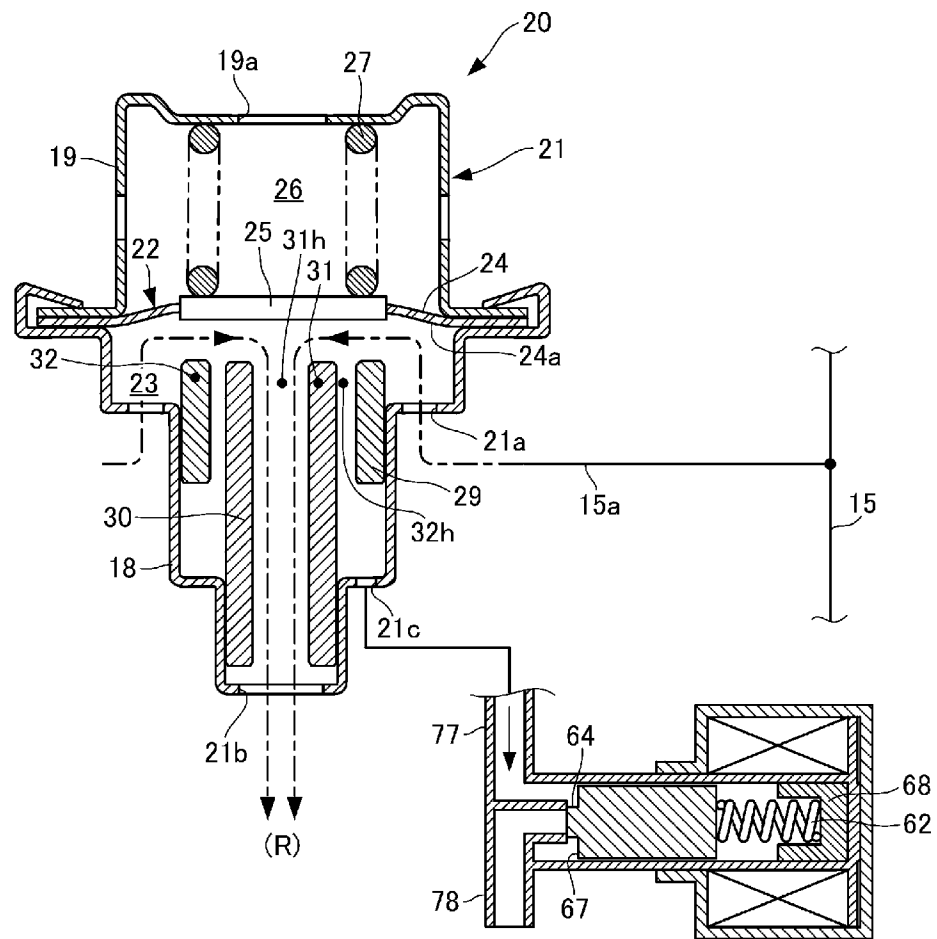
前記切替制御手段は、前記断線検出手段により検出される電流の大きさに基づいて前記切替りタイミングを算出することを特徴とする請求項5ないし請求項8のいずれか1の請求項に記載の燃料供給装置。

[請求項10] 前記可変燃料圧調整弁は、前記燃料が導入される燃料導入口および該燃料が排出される燃料排出口を有するハウジングと、前記ハウジングとの間に前記燃料導入口に連通する調圧室を形成する隔壁部と前記調圧室内の燃料圧に応じて前記調圧室を前記燃料排出口に連通させる開弁方向に変位する可動弁体部とを有する調圧部材と、を備え、

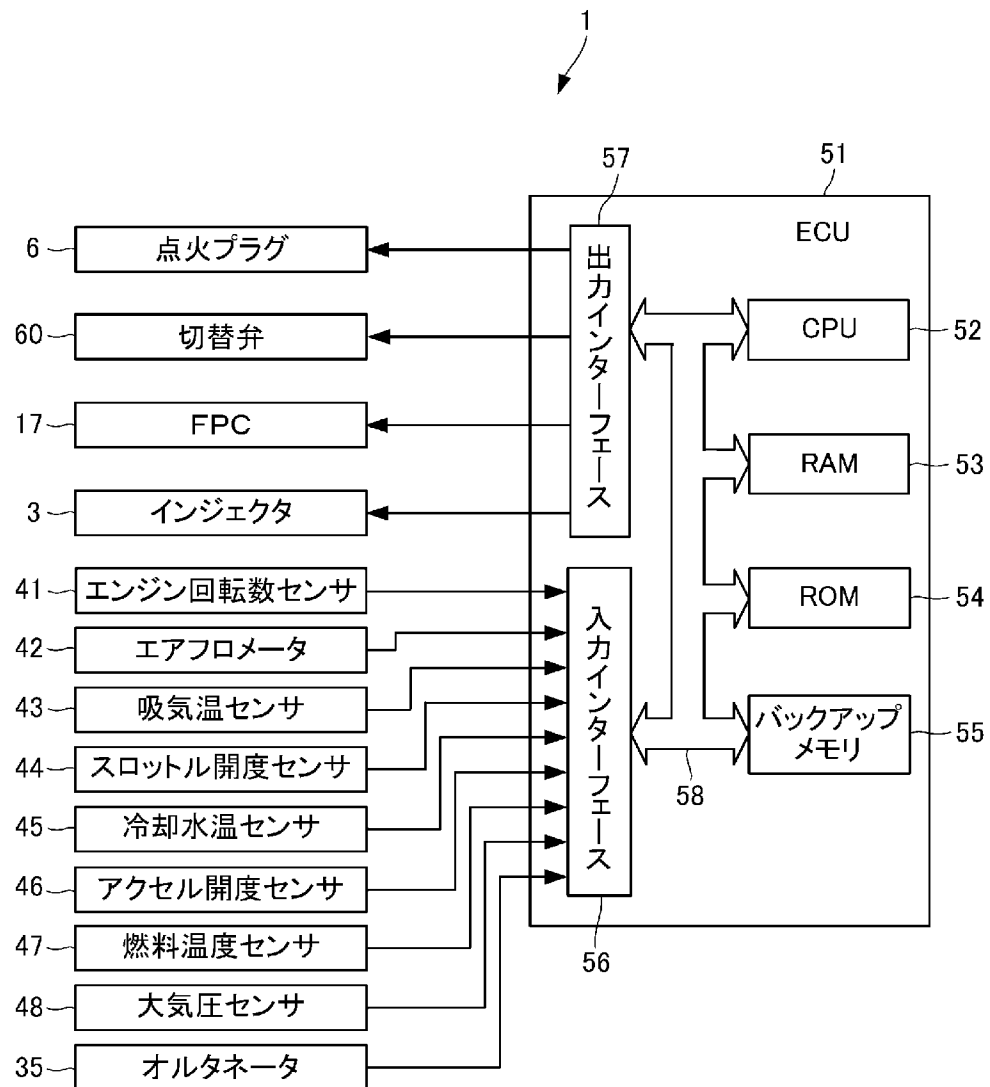
前記調圧室の内部に前記燃料排出口に連通するとともに前記可動弁体部の変位に応じて開度が増加する排出穴を形成する第 1 弁座部と、前記調圧室の内部に前記可動弁体部の変位に応じて開度が増加するとともに操作圧を有する燃料が導入される操作圧燃料導入穴を形成する第 2 弁座部とが、それぞれ前記ハウジングに設けられ、

前記調圧部材が前記開弁方向に燃料圧を受ける面積が、前記操作圧燃料導入穴内の操作圧に応じて変化することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 9 のいずれか 1 の請求項に記載の燃料供給装置。

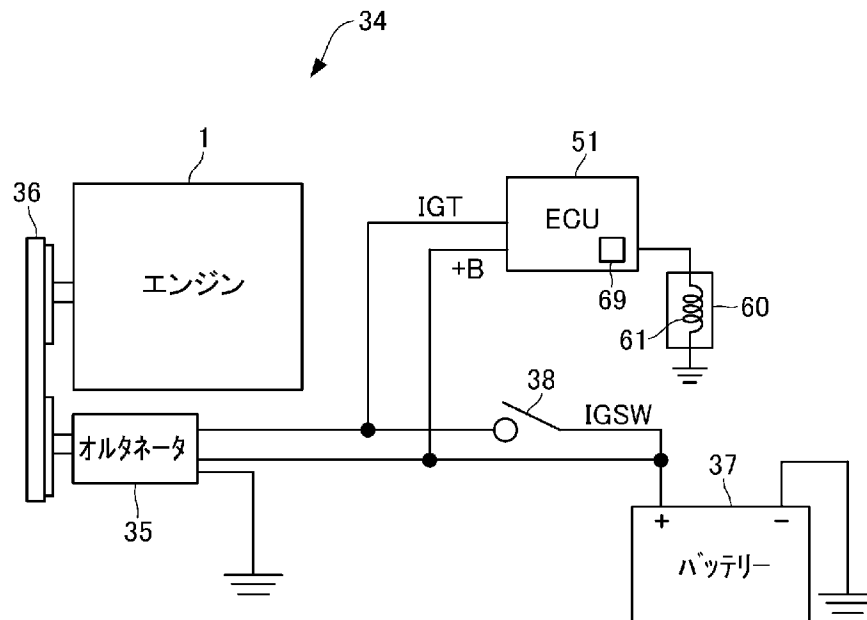
[図4]



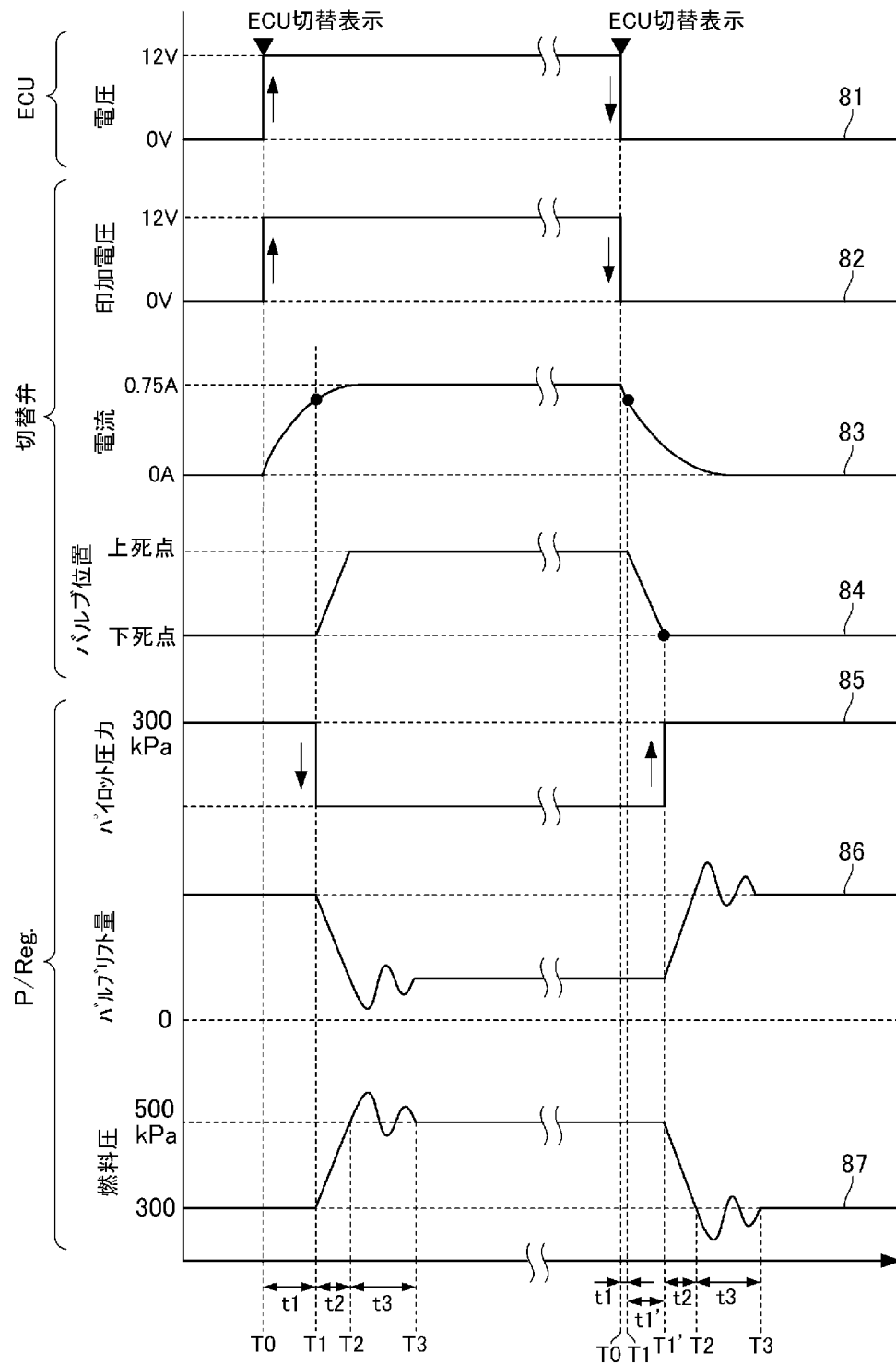
[図5]



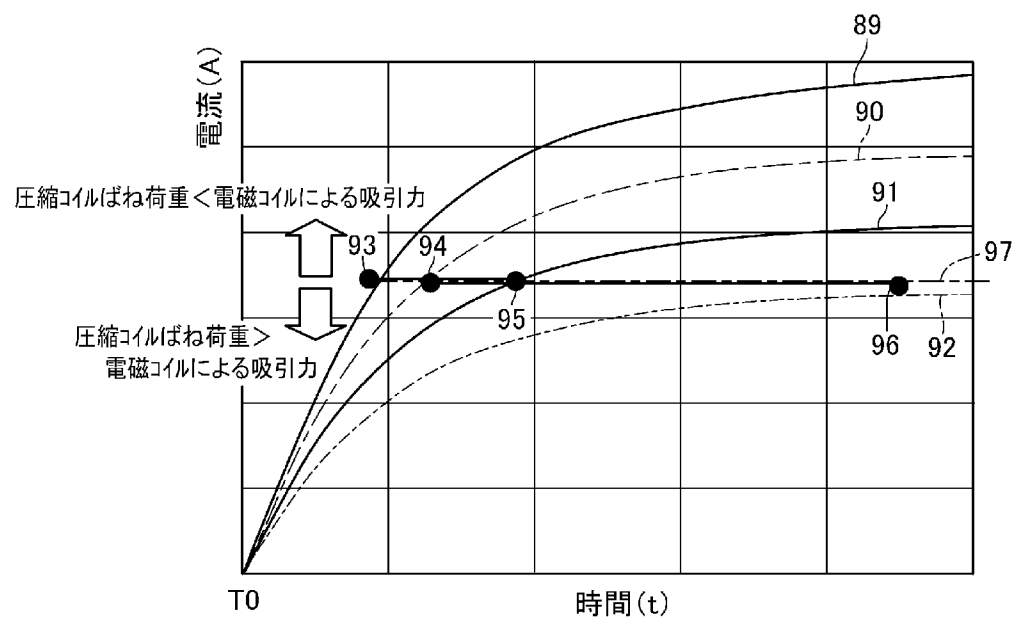
[図6]



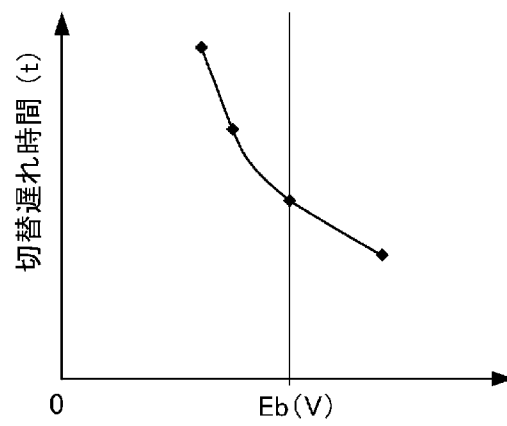
[図7]



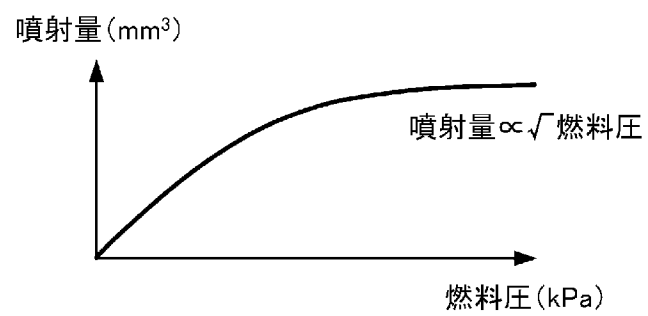
[図8]



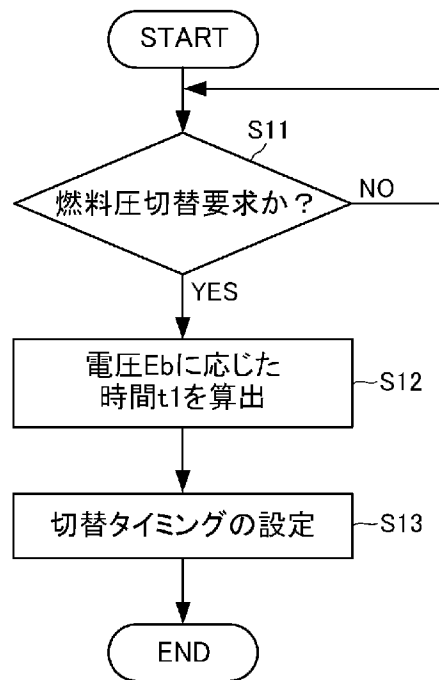
[図9]



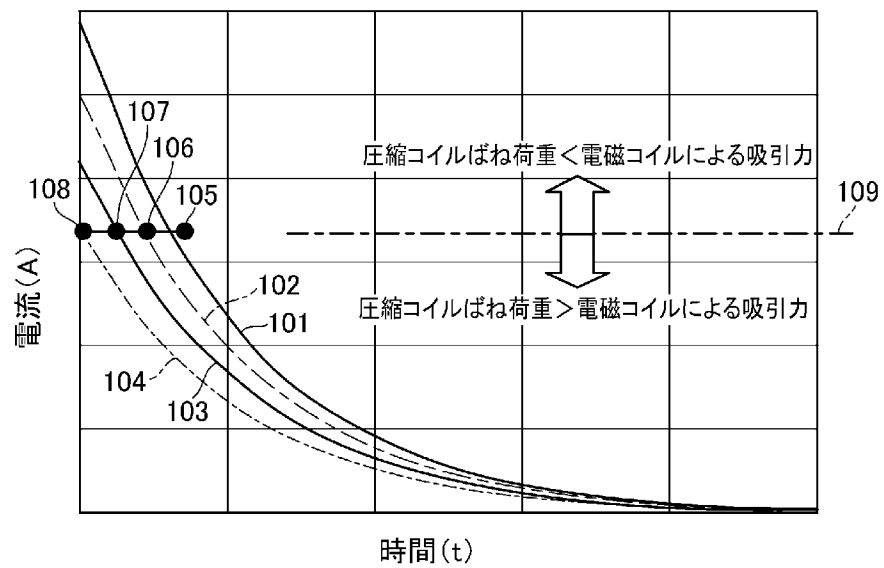
[図10]



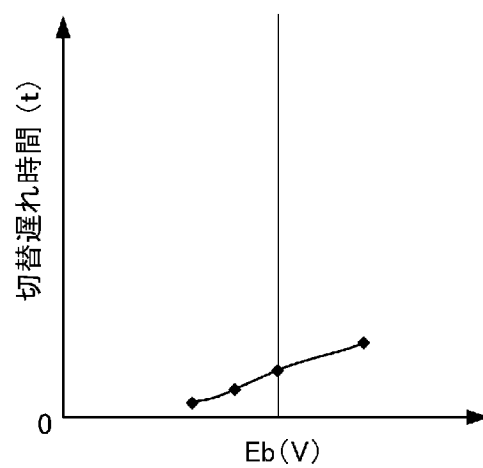
[図11]



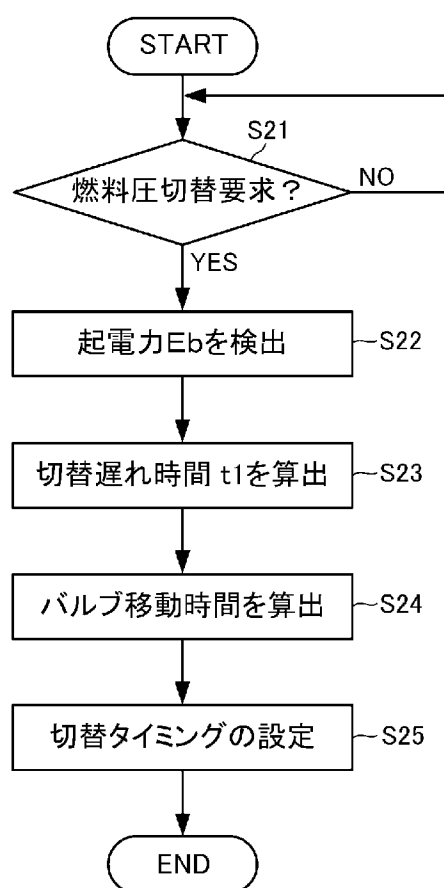
[図12]



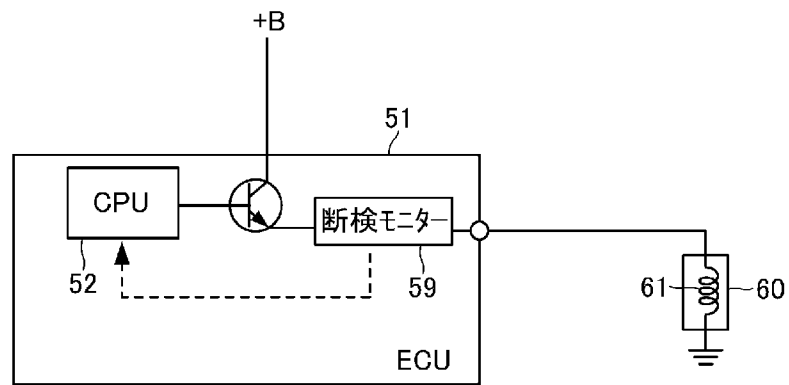
[図13]



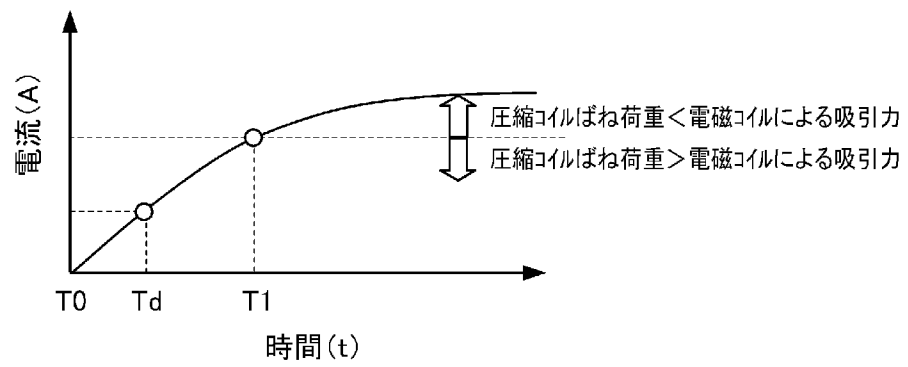
[図14]



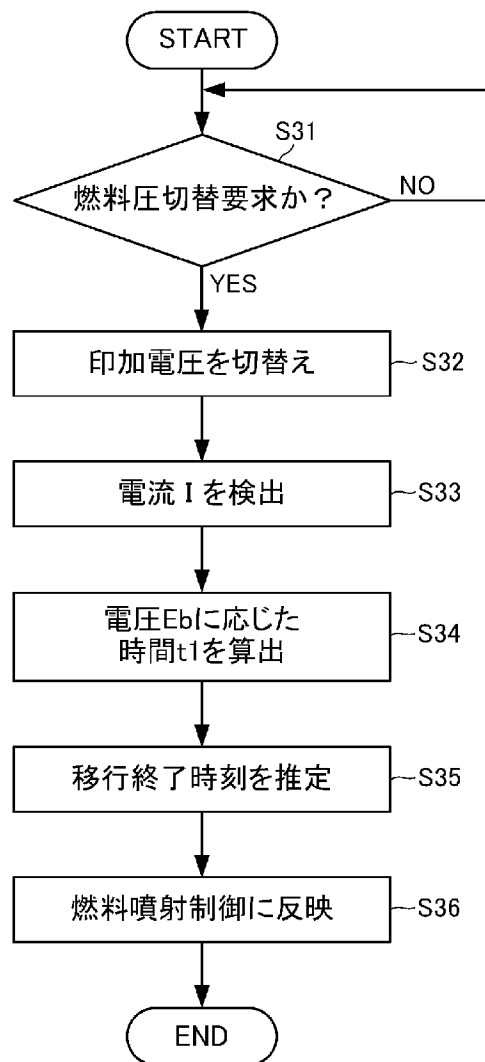
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/004362

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02M69/00 (2006.01) i, F02M37/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02M69/00, F02M37/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/001478 A1 (Toyota Motor Corp.), 06 January 2011 (06.01.2011), paragraphs [0037] to [0039], [0075] to [0105]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-10
A	JP 2010-185449 A (Aisan Industry Co., Ltd.), 26 August 2010 (26.08.2010), paragraphs [0016] to [0041]; fig. 1 to 6 & US 2010/0175666 A1 & DE 102010004399 A	1-10
A	JP 2010-156228 A (Toyota Motor Corp.), 15 July 2010 (15.07.2010), paragraphs [0020] to [0048]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 October, 2011 (04.10.11)

Date of mailing of the international search report
18 October, 2011 (18.10.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F02M69/00(2006.01)i, F02M37/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F02M69/00, F02M37/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2011/001478 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2011.01.06, 【0037】 - 【0039】, 【0075】 - 【0105】, 図 1-8 (ファミリーなし)	1 - 1 0
A	JP 2010-185449 A (愛三工業株式会社) 2010.08.26, 【0016】-【0041】, 図 1-6 & US 2010/0175666 A1 & DE 102010004399 A	1 - 1 0
A	JP 2010-156228 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.07.15, 【0020】 - 【0048】, 図 1-6 (ファミリーなし)	1 - 1 0

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 4 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 8 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

八木 誠

3 G

9 3 4 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5