

(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
2016 年 10 月 27 日(27.10.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/170739 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 41/32 (2006.01) *F02M 61/16* (2006.01)
F02M 51/00 (2006.01) *F16K 31/06* (2006.01)
F02M 51/06 (2006.01) *H01F 7/18* (2006.01)
F02M 61/10 (2006.01) *F02D 41/36* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/001830
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 30 日(30.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-089306 2015 年 4 月 24 日(24.04.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 矢野 東 敬介(YANOTO, Keisuke); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 田中 誠(TANAKA,

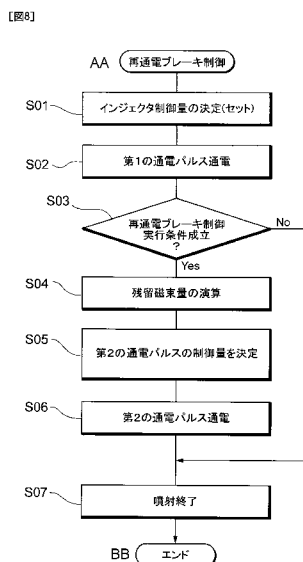
Makoto); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦 2 丁目 1 3 番 1 9 号 瀧定ビル 6 階 Aichi (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, BN, 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: FUEL INJECTION CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 燃料噴射制御装置



S01 Determine (set) injector control amount
S02 Current passage with first current passage pulse
S03 Is condition for executing current re-passing brake control satisfied?
S04 Calculate amount of residual magnetic flux
S05 Determine control amount of second current passage pulse
S06 Current passage with second current passage pulse
S07 Terminate injection
AA Current re-passing brake control
BB End

(57) Abstract: An ECU (30) as a fuel injection control device comprises an injector-driving IC (113) that drives and opens a fuel injection valve (21) by passing a current through a magnetic circuit (56) of the fuel injection valve (21) with a current passage pulse (P1) (S01), and that performs current passage with a current re-passage pulse (P2) after the termination of current passage with said current passage pulse (P1) and thereby dampens the shock at the time of closing the fuel injection valve (21) (S06). The injector-driving IC (113) controls the current re-passage pulse (P2) on the basis of the amount of residual magnetic flux remaining in a magnetic body (a plunger 52 and a fixed core 55) of the fuel injection valve (21) at the time of termination of current passage with said current passage pulse (P1) (S04, S06).

(57) 要約: 燃料噴射制御装置としてのECU (30) は、燃料噴射弁 (21) の磁気回路 (56) に通電パルス (P1) で通電を行うことで燃料噴射弁 (21) を開弁駆動させる (S01) と共に、通電パルス (P1) による通電の終了後に再通電パルス (P2) で通電を行うことで燃料噴射弁 (21) の閉弁時の衝撃を緩和する (S06) インジェクタ駆動用IC (113) を備える。インジェクタ駆動用IC (113) は、通電パルス (P1) による通電の終了時に燃料噴射弁 (21) の磁性体 (プランジャ52及び固定コア55) に残留する残留磁束量に基づいて再通電パルス (P2) を制御する (S04, S06)。

WO 2016/170739 A1



ロツパ (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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：燃料噴射制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2015年4月24日に出願された日本特許出願番号2015-89306号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、内燃機関の燃料噴射制御装置に関する。

背景技術

[0003] 一般に、内燃機関の燃料噴射制御システムでは、電磁駆動式の燃料噴射弁を備え、内燃機関の運転状態に応じて要求噴射量を算出し、この要求噴射量に相当するパルス幅の噴射パルスで燃料噴射弁を開弁駆動して要求噴射量分の燃料を噴射するようにしている。このようなシステムにおいて、燃料噴射弁の弁体（例えばニードル弁、アーマチャ）が弁座に着座して以降の衝撃力を緩和する方法として、燃料噴射弁のソレノイド（例えば駆動コイル）への通電終了後、弁体がまだ閉弁方向に動作している間に再度通電を行う方法（再通電制御）が知られている（例えば特許文献1，2）。

[0004] また、閉弁速度を適切に制御するために、運転状態に応じて再通電制御を最適化する技術が公知である（例えば、特許文献1，3，4）。これらの技術では、アイドル時には閉弁速度を抑制する再通電の最大値を制限することや、エンジン回転数、燃料圧力の状態によって制御を最適化することが開示されている。

[0005] しかしながら、例えばエンジン回転数や燃料圧力などの内燃機関の運転条件が同一な場合でも、開弁駆動の終了時における燃料噴射弁の状態によっては弁体の閉弁開始タイミングや閉弁開始速度等が変化する場合がある。この場合、再通電制御を適切なタイミングで実行することができず、これにより燃料噴射精度の悪化や再開弁を生じる可能性がある。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開平04－153542号公報
特許文献2：特開2003－161226号公報
特許文献3：特表2001－510528号公報
特許文献4：特開2000－205076号公報

発明の概要

- [0007] 本開示は、再通電制御を適切に実施できる燃料噴射制御装置を提供することを目的とする。
- [0008] 本開示に係る燃料噴射制御装置は、電磁駆動式の燃料噴射弁を備えた内燃機関の燃料噴射制御装置において、前記燃料噴射弁の磁気回路に第一の通電パルス信号で通電を行うことで前記燃料噴射弁を開弁駆動させると共に、前記第一の通電パルス信号による通電の終了後に第二の通電パルス信号で通電を行うことで前記燃料噴射弁の閉弁時の衝撃を緩和する制御部を備る。前記制御部は、前記第一の通電パルス信号による通電の終了時に前記燃料噴射弁の磁性体に残留する残留磁束量に基づいて前記第二の通電パルス信号を制御する。
- [0009] この構成により、第一の通電パルスの通電パルス幅の差異などに起因する燃料噴射弁の弁体の閉弁挙動の変化（閉弁開始タイミングや閉弁速度など）を残留磁束量に基づき精度良く把握することが可能となる。これにより、再度の開弁を発生させず、かつ、閉弁速度を低減しないような閉弁挙動となるように再通電制御の制御パラメータを調整することが可能となるので、再通電制御を適切に実施できる。
- [0010] 本開示によれば、再通電制御を適切に実施できる燃料噴射制御装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0011] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。
- [図1] 図1は、本開示の一実施形態に係るECU（燃料噴射制御装置）を適用

したエンジン制御システムの概略構成を示す図である。

[図2]図2は、図1中の燃料噴射弁の概略構成を示す模式図である。

[図3]図3は、燃料噴射弁の駆動回路の構成の一例を示す図である。

[図4]図4は、開弁制御時の燃料噴射弁の挙動を示すタイムチャートである。

[図5]図5は、開弁制御の後に再通電制御を適切に実行した場合の燃料噴射弁の特性を示すタイムチャートである。

[図6]図6は、開弁制御の後に再通電制御を適切なタイミングより遅く実行した場合の燃料噴射弁の特性を示すタイムチャートである。

[図7]図7は、開弁制御の後に再通電制御を適切なタイミングより早く実行した場合の燃料噴射弁の特性を示すタイムチャートである。

[図8]図8は、本実施形態に係るECUにより実施される再通電制御の一連の処理を示すフローチャートである。

[図9]図9は、再通電制御の変形例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

[0012] 以下、添付図面を参照しながら本開示の実施形態について説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の符号を付して、重複する説明は省略する。

[0013] 図1～3を参照しながら、本開示の一実施形態に係るECU（燃料噴射制御装置）を適用したエンジン制御システム10について説明する。

[0014] エンジン制御システム10は、図1に示すように、筒内噴射式の内燃機関である筒内噴射式エンジン11（以下では単に「エンジン11」とも表記する）と、電子制御ユニット（以下「ECU」と表記する）30を備え、エンジン11の挙動をECU30が制御するように構成されている。エンジン11は、例えば4つの気筒40を有する直列4気筒エンジンなどのように複数の気筒40を有するが、図1では単一の気筒40及びそれに繋がる管系のみが図示されている。

[0015] エンジン11の吸気管12の最上流部には、エアクリーナ13が設けられ、このエアクリーナ13の下流側に、吸入空気量を検出するエアフローメー

タ 1 4 が設けられている。このエアフローメータ 1 4 の下流側には、モータ 1 5 によって開度調節されるスロットルバルブ 1 6 と、このスロットルバルブ 1 6 の開度（スロットル開度）を検出するスロットル開度センサ 1 7 とが設けられている。

[0016] 更に、スロットルバルブ 1 6 の下流側には、サージタンク 1 8 が設けられ、このサージタンク 1 8 に、吸気管圧力を検出する吸気管圧力センサ 1 9 が設けられている。また、サージタンク 1 8 には、エンジン 1 1 の各気筒 4 0 に空気を導入する吸気マニホールド 2 0 が設けられている。

[0017] 気筒 4 0 は、ピストン 4 0 a 及びシリンダ 4 0 b によって構成されている。エンジン 1 1 の各気筒 4 0 には、それぞれ筒内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁 2 1 が取り付けられている。また、シリンダ 4 0 b の上方のシリンダヘッド 4 0 c には、各気筒 4 0 毎に点火プラグ 2 2 が取り付けられ、各気筒 4 0 の点火プラグ 2 2 の火花放電によって筒内の混合気に着火される。

[0018] 燃料噴射弁 2 1 は、図 2 に示すように、駆動コイル 5 1 と、プランジャ 5 2 と、ニードル弁 5 3（弁体）と、ストッパ 5 4 と、固定コア 5 5 とを有する。燃料噴射弁 2 1 は、周知の電磁駆動式（ソレノイド式）のインジェクタである。

[0019] 燃料噴射弁 2 1 は、噴射パルスをオンして内蔵されたソレノイドの駆動コイル 5 1 に通電したときに、図 2 に示すように、固定コア 5 5 及びプランジャ 5 2（可動コア）を通る磁気回路 5 6 が形成される。この磁気回路 5 6 によって固定コア 5 5 とプランジャ 5 2 との間で軸方向に電磁吸引力が作用し、電磁吸引力によりプランジャ 5 2 と一体的にニードル弁 5 3（弁体）が開弁方向（例えばプランジャ 5 2 がストッパ 5 4 に突き当たるフルリフト位置）に駆動することで、燃料噴射弁 2 1 が開弁状態となり燃料噴射口 5 7 から燃料噴射が行われる。

[0020] 一方、駆動コイル 5 1 によって生じる電磁力によってプランジャ 5 2（可動コア）と一体的にニードル弁 5 3 を開弁方向に燃料噴射弁 2 1 は、駆動コイル 5 1 への通電が停止されると、ニードル弁 5 3 が閉弁位置に戻されて燃

料噴射口 5 7 の弁座 5 8 と当接し、ニードル弁 5 3 により燃料噴射口 5 7 がふさがれた閉弁状態となり、燃料噴射が停止される。なお、以降の説明では、磁気回路 5 6 を形成する固定コア 5 5 及びプランジャ 5 2 を「磁性体」とも表記する場合がある。また、図 2 に示す燃料噴射弁 2 1 の開弁構造及び閉弁構造は単なる例示であり、本実施形態の燃料噴射弁 2 1 の構成をこれに限定されない。

[0021] エンジン 1 1 の各気筒 4 0 には排気管 2 3 が繋がれている。排気管 2 3 には、排出ガスの空燃比又はリッチ／リーン等を検出する排出ガスセンサ 2 4（空燃比センサ、酸素センサ等）が設けられ、この排出ガスセンサ 2 4 の下流側に、排出ガスを浄化する三元触媒等の触媒 2 5 が設けられている。

[0022] また、エンジン 1 1 のシリンダ 4 0 b には、冷却水温を検出する冷却水温センサ 2 6 や、ノッキングを検出するノックセンサ 2 7 が取り付けられている。図 1 では図示を省略しているが、各ピストン 4 0 a には、ピストン 4 0 a の往復運動を円運動に変換するクランク軸 2 8 が連結されている。クランク軸 2 8 の外周側には、クランク軸 2 8 が所定クランク角回転する毎にパルス信号を出力するクランク角センサ 2 9 が取り付けられ、このクランク角センサ 2 9 の出力信号に基づいてクランク角やエンジン回転速度が検出される。また、燃料噴射弁 2 1 には、駆動電流値（駆動コイル 5 1 に流れる電流値）を検出する電流センサ 2 1 a が設けられている。エンジン制御システム 1 0 には、アクセル操作（アクセルペダルの踏込量）を検出するアクセルセンサ 4 1 が設けられている。

[0023] これら各種センサからの出力信号は、ECU 3 0 に入力される。この ECU 3 0 は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵された ROM（記憶媒体）に記憶された各種のエンジン制御用の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、燃料噴射量、点火時期、スロットル開度（吸入空気量）等を制御する。

[0024] 図 3 に示すように、ECU 3 0 には、エンジン制御用マイクロコンピュータ 1 1 2（エンジン 1 1 の制御用のマイクロコンピュータ）、インジェクタ

駆動用ＩＣ１１３（燃料噴射弁２１の駆動用ＩＣ）等が設けられている。ＥＣＵ３０は、エンジン制御用マイクロコンピュータ１１２により、エンジン運転状態（例えばエンジン回転速度やエンジン負荷等）に応じて要求噴射量を算出して、この要求噴射量に応じて要求噴射パルス幅（噴射時間）を算出する。そして、インジェクタ駆動用ＩＣ１１３により、要求噴射量に応じた要求噴射パルス幅で燃料噴射弁２１を開弁駆動して要求噴射量分の燃料を噴射する。つまり、インジェクタ駆動用ＩＣ１１３は、ＥＣＵ３０において、燃料噴射弁２１の開弁制御や後述の再通電制御を行う「制御部」としても機能する。また、ＥＣＵ３０には、図３に示すように、マイクロコンピュータ１１２に定電圧電源を供給する電源ＩＣ１１１も設けられている。

[0025] 電磁駆動式（ソレノイド式）の燃料噴射弁２１は、例えば図３に示すように、ＥＣＵ３０を含む駆動回路１００によって駆動コイル５１への通電が制御されることで、その駆動が制御されている。より詳細には、駆動回路１００が駆動コイル５１への通電開始タイミングおよび通電時間（換言すれば通電終了タイミング）を制御することにより、燃料噴射弁２１による各気筒への燃料噴射量及び燃料噴射時期が制御されている。

[0026] 図３に示されるように、燃料噴射弁２１の駆動回路１００は、バッテリー１１０と、電源ＩＣ１１１と、エンジン制御用マイクロコンピュータ１１２と、インジェクタ駆動用ＩＣ１１３と、を備えている。バッテリー１１０は、駆動コイル５１に通電するための電力及びエンジン制御用マイクロコンピュータ１１２を駆動するための電力を供給するバッテリー電源部である。

[0027] 電源ＩＣ１１１は、エンジン制御用マイクロコンピュータ１１２に定電圧電源を供給する定電圧電源部である。電源ＩＣ１１は、エンジン制御用マイクロコンピュータ１１２に定電圧を供給できなくなると、エンジン制御用マイクロコンピュータ１１２をリセットするためのリセット信号を出力する。

[0028] エンジン制御用マイクロコンピュータ１１２は、インジェクタ駆動用ＩＣ１１３へインジェクタ駆動信号を出力する制御部である。エンジン制御用マイクロコンピュータ１１２は、電源ＩＣ１１からリセット信号が入力される

と、リセット動作を行うように構成されている。

[0029] インジェクタ駆動用 I C 1 1 3 は、エンジン制御用マイクロコンピュータ 1 1 2 から入力されるインジェクタ駆動信号に基づいて、燃料噴射弁 2 1 の駆動コイル 5 1 への通電制御を行う制御部である。インジェクタ駆動用 I C 1 1 3 は、いずれも MOS トランジスタで構成される放電用スイッチ 1 1 4、定電流スイッチ 1 1 5、充電用スイッチ 1 1 9、及び気筒選択スイッチ 1 2 6 へ通電制御を行うことで、各スイッチのオン／オフを切り替えている。

[0030] 気筒選択スイッチ 1 2 6 には、駆動コイル 5 1 の他端（駆動コイル 5 1 の通電経路における下流側）に一方の出力端子（ドレイン）が接続されている。気筒選択スイッチ 1 2 6 の他方の出力端子（ソース）とグラウンドラインとの間には、電流検出抵抗 1 2 7 が設けられている。電流検出抵抗 1 2 7 は、気筒選択スイッチ 1 2 6 を介して駆動コイル 5 1 に流れる電流（駆動電流）を検出するものであり、電流検出抵抗 1 2 7 に生じる電圧が、検出電流を示す電流検出信号 I N 1 としてインジェクタ駆動用 I C 1 1 3 へ入力される。図 1 に示す電流センサ 2 1 a は、この電流検出抵抗 1 2 7 を用いて実装することもできる。

[0031] インジェクタ駆動用 I C 1 1 3 が制御する駆動回路 1 0 0 には更に、ダイオード 1 2 1、1 2 3、1 2 4、1 2 5 と、コンデンサ 1 1 7、1 2 2 と、インダクタ 1 1 8 と、抵抗 1 2 0 と、が設けられている。充電用スイッチ 1 1 9、インダクタ 1 1 8、抵抗 1 2 0、及びダイオード 1 2 1 は、コンデンサ 1 2 2 を規定充電電圧に充電する昇圧回路を形成している。

[0032] インダクタ 1 1 8 は、一端がバッテリー電圧 V B の供給される電源に接続され、他端が充電用スイッチ 1 1 9 の一方の出力端子（ドレイン）に接続されている。充電用スイッチ 1 1 9 の他方の出力端子（ソース）は抵抗 1 2 0 を介して接地されている。充電用スイッチ 1 1 9 のゲート端子はインジェクタ駆動用 I C 1 1 3 に接続されており、このインジェクタ駆動用 I C 1 1 3 の出力に応じて充電用スイッチ 1 1 9 がオン／オフされる。

[0033] 更に、インダクタ 1 1 8 と充電用スイッチ 1 1 9 との接続点に、逆流防止

用のダイオード１２１を介してコンデンサ１２２の一端（正極側端子）が接続されている。そして、コンデンサ１２２の他端（負極側端子）は接地されている。

[0034] この昇圧回路においては、充電用スイッチ１１９がオン／オフされると、インダクタ１１８と充電用スイッチ１１９との接続点に、バッテリー電圧ＶＢよりも高いフライバック電圧（逆起電圧）が発生し、そのフライバック電圧により、ダイオード１２１を通じてコンデンサ１２２が充電される。これにより、コンデンサ１２２がバッテリー電圧ＶＢよりも高い電圧に充電される。コンデンサ１２２は、インジェクタ駆動用ＩＣ１１３によって、充電電圧が予め設定された規定充電電圧になるように制御される。

[0035] 放電用スイッチ１１４は、コンデンサ１２２から駆動コイル５１へ開弁のための大電流を供給するためのものである。放電用スイッチ１１４は、コンデンサ１２２に充電された電気エネルギーを駆動コイル５１へ放電させるために設けられている。この放電用スイッチ１１４がオンされると、コンデンサ１２２の正極側端子（高電圧側の端子）が駆動コイル５１の一端側に電氣的に接続され、これによりコンデンサ１２２から駆動コイル５１への放電が開始される。上述した昇圧回路に加えて、放電用スイッチ１１４及びコンデンサ１２２は、ピーク電流駆動回路を構成している。

[0036] 定電流スイッチ１１５は、駆動コイル５１へ、開弁後にその開弁状態を保持させるための一定の電流（保持電流）を流すためのものである。気筒選択スイッチ１２６がオンされている状態で定電流スイッチ１１５がオンされると、駆動コイル５１に、電源ラインから逆流防止用のダイオード１２３を介して電流が流れる。尚、ダイオード１２５は、駆動コイル５１に対する定電流制御のための帰還ダイオードであり、気筒選択スイッチ１２６がオンされている状態で定電流スイッチ１１５がオンからオフされた時に、駆動コイル５１に電流を還流させるものである。定電流スイッチ１１５、ダイオード１２３、及びダイオード１２５は、定電流駆動回路を構成している。

[0037] エンジン制御用マイクロコンピュータ１１２は、エンジン１１を動作させ

るための各種制御を行う。その制御の1つとしてインジェクタ駆動信号の生成・出力がある。エンジン制御用マイクロコンピュータ112は、エンジン回転数、アクセル開度、エンジン水温、コモンレール内の燃料圧力など、上述の各種センサにて検出されるエンジン11の運転情報に基づいて、各気筒40毎のインジェクタ駆動信号を生成し、インジェクタ駆動用IC113へ出力する。

[0038] インジェクタ駆動用IC113は、定電圧電源部である電源IC11からエンジン制御用マイクロコンピュータ112に至る電力線の電圧を判定用電圧IN2として検知するように構成されている。インジェクタ駆動用IC113は、判定用電圧IN2がリセット電圧よりよりも所定電圧分高い閾値電圧を下回った場合に、定電流スイッチ115をオフする駆動信号を出力する。また、インジェクタ駆動用IC113は、定電流スイッチ115をオフする駆動信号の出力後、駆動コイル51に流れる電流を示す電流検出信号IN1が閾値電流を下回り、且つ判定用電圧IN2が閾値電圧を下回っている場合には、定電流スイッチ115のオフ状態を維持する。

[0039] 図4～7を参照して、本実施形態に係るECU30により実施される燃料噴射弁21の開弁制御及び再通電制御について説明する。図4～7のタイムチャートには、燃料噴射弁21の開弁制御または再通電制御における特性として、(A) 通電パルス[V]と、(B) 駆動電流[A]と、(C) リフト量[μ m]が示されている。このうち(C) リフト量のタイムチャートには、燃料噴射弁21のニードル弁53（弁体）の挙動が実線で表され、プランジャ52（磁性体）の挙動が点線で表されている。

[0040] 図4に示すように、燃料噴射弁21の開弁制御では、所定の目標電流及び通電パルス幅（図4の例では時刻t1～t4の時間幅）からなるステップ状の通電パルスP1（第一の通電パルス）で駆動コイル51が通電される。これにより、時刻t1以降では駆動コイル51に駆動電流が流れ、駆動コイル51によって生じる電磁力によって、時刻t2以降ではプランジャ52と一体的にニードル弁53が開弁方向に駆動される。ここで、開弁制御は、燃料

噴射弁 2 1 のニードル弁 5 3（弁体）を持ち上げるためのピーク電流フェーズ（図 4 では時刻 $t_1 \sim t_2$ ）、開弁したニードル弁 5 3 をフルリフトの状態まで引き上げるためのピックアップフェーズ（ $t_2 \sim t_3$ ）、ニードル弁 5 3 をフルリフトの位置で維持するホールドフェーズ（ $t_3 \sim t_4$ ）等、複数のフェーズに分かれていることが一般的である。

[0041] そして、時刻 t_4 において通電パルス P 1 がオフになると、駆動電流が 0 まで徐々に減少し、これにより電磁力が無くなるためニードル弁 5 3 がプランジャ 5 2 と一体的に閉弁方向に移動し、ニードル弁 5 3 が弁座 5 8 に着座して閉弁状態となる。このとき、ニードル弁 5 3 が弁座 5 8 に着座する際の衝撃により、図 4 に示すようにニードル弁 5 3 の位置が開弁方向に一旦戻る現象が起きている。

[0042] これに対して、図 5 に示すように、燃料噴射弁 2 1 の開弁制御の後、ニードル弁 5 3 が閉弁方向へ動作している間に再通電パルス P 2（第二の通電パルス）で通電する再通電制御を適切に実行すると、ニードル弁 5 3 が弁座 5 8 に着座する際の衝撃力を緩和でき、閉弁動作をスムーズにすることができる。

[0043] ところで、燃料噴射弁 2 1 の閉弁速度は、通電終了時の燃料噴射弁 2 1 の磁性体（固定コア 5 5 及びプランジャ 5 2（可動コア））に残留する磁気（以降「残留磁束」とも表記する）の影響を大きく受け、閉弁が開始されるタイミングや、閉弁の初期速度が変化する。この残留磁束は、主にそれまでの燃料噴射弁 2 1 のソレノイドへの投入エネルギー量、とりわけ駆動電流の挙動と大きな相関がある。

[0044] また、同一回転数や同一燃圧状態であっても、要求される噴射量に応じて通電パルス P 1 が変化するため、通電パルス幅によって通電終了付近の電流挙動は変化する。つまり、弁体（ニードル弁 5 3）の閉弁開始タイミングや閉弁開始速度等が、通電パルス P 1 によって影響を受けることとなる。

[0045] 再通電パルス P 2 の設定が最適ではなくなると、想定よりも遅い段階で再通電を行った場合（すなわち図 5 に示す適切なタイミングで再通電パルス P

2により再通電制御を行った場合）や想定よりも長いパルスを通電した場合には、図6に示すように、再通電により燃料噴射弁21のアーマチャ（ニードル弁53）を再度開側に引き上げる力が働き、時刻 t_6 以降において、再度、燃料噴射弁21を開弁させてしまうことが懸念される。

[0046] 一方、想定よりも早い段階で再通電を行った場合には、図7に示すように、再通電パルスP2の開始時刻 t_5 以降では、燃料噴射弁21の閉弁速度が必要以上に抑制されてしまい、燃料噴射量が増加してしまい、この結果、燃料噴射精度が悪化する。

[0047] そこで本実施形態では、通電パルスP1による通電の終了時の燃料噴射弁21の残留磁束量に応じて、再通電パルスP2の各パラメータを調整することで再通電制御を最適化する。具体的には、

（1）通電パルスP1による通電の終了時から再通電パルスP2による通電の開始時までのインターバル時間 $S_I\ time$ 、

（2）再通電パルスP2の通電パルス幅 $S_P\ time$ 、

（3）再通電パルスP2の目標電流値 $T\ g\ t_Current$ 、

の3つのパラメータの少なくとも1つを残留磁束量に応じて調整することによって、図5に示すように再度の開弁を発生させず、かつ、閉弁速度を低減しないような閉弁挙動を実現させる。

[0048] 図8のフローチャートを参照して再通電制御（図中では「再通電ブレーキ制御」）の一連の処理について説明する。図8のフローチャートの処理は、ECU30のインジェクタ駆動用IC113により、例えば燃料噴射弁21の開弁制御の開始時に実行される。

[0049] ステップS01では、インジェクタ制御量が決定（セット）される。「インジェクタ制御量」とは、上述した開弁制御時に用いる通電パルスP1の各種パラメータであり、具体的にはパルス幅、目標駆動電流、噴射時期などである。ステップS01の処理が完了するとステップS02へ進む。

[0050] ステップS02では、第一の通電パルス（通電パルスP1）により燃料噴射弁21が通電される。これにより燃料噴射弁21の開弁制御が実行される

。ステップS 0 2 の処理が完了するとステップS 0 3 へ進む。

[0051] ステップS 0 3 では、再通電ブレーキ制御の実行条件が成立しているか否かが判定される。実行条件としては、例えば、エンジン回転数、エンジン負荷、燃圧（燃料圧力）、冷却水温、噴射量などを用いた条件を設定することができる。ステップS 0 3 の判定の結果、再通電ブレーキ制御の実行条件が成立している場合（ステップS 0 3 のY e s）にはステップS 0 4 に進み、成立していない場合にはステップS 0 7 に進む。

[0052] ステップS 0 4 では、通電パルスP 1 による通電の終了時（開弁制御終了時）の残留磁束量が演算される。残留磁束量は、例えば以下に示す他の情報を用いて算出することができる。

（１）通電パルスP 1 による通電の終了時の燃料噴射弁2 1 の駆動電流値（図5 中の時刻t 4 の電流値）

（２）通電パルスP 1 の通電パルス幅（図5 中の時刻t 1 ～t 4 の時間幅）

（３）エンジン1 1 の運転負荷

（４）通電パルスP 1 による通電の終了時以前の所定期間における燃料噴射弁2 1 の駆動電流の積分値

（５）エンジンの燃料圧力

なお、残留磁束量の算出には、上記（１）～（５）のいずれか1 つの情報を用いてもよいし、複数を組み合わせて利用してもよい。例えば、駆動電流値と通電パルス幅との組み合わせ、

通電パルス幅と燃料圧力との組み合わせ、または、

運転負荷と燃料圧力との組み合わせ、などが挙げられる。なお、残留磁束量は、磁束を計測するセンサ類を用いて、燃料噴射弁2 1 から直接計測した値を用いてもよい。ステップS 0 4 の処理が完了するとステップS 0 5 へ進む。

[0053] ステップS 0 5 では、ステップS 0 4 にて演算された第一の通電パルス終了タイミングの残留磁束量に基づき、第二の通電パルス（再通電パルスP 2 ）の制御量が決定される。第二の通電パルスの制御量とは、上述のとおり以

下の3つのパラメータを含む。

(1) 通電パルスP1による通電の終了時から再通電パルスP2による通電の開始時までのインターバル時間S__I t i m e

(2) 再通電パルスP2の通電パルス幅S__P t i m e

(3) 再通電パルスP2の目標電流値T g t __C u r r e n t

本ステップでは、上記の3つのパラメータのすべてを残留磁束量に応じて調整してもよいし、一部のパラメータのみを調整してもよい。特に、インターバル時間S__I t i m eを調整するのが好ましい。例えば、残留磁束が大きい場合には、閉弁速度が遅くなる傾向であるため、インターバル時間S__I t i m eを大きく設定することで再通電制御の開始を遅くすることができる。一方、残留磁束が小さい場合には、閉弁速度が速くなる傾向であるため、インターバル時間S__I t i m eを小さく設定することで再通電制御の開始を早くすることができる。ステップS05の処理が完了するとステップS06へ進む。

[0054] ステップS06では、第二の通電パルス（再通電パルスP2）により燃料噴射弁21が通電される。これにより燃料噴射弁21の再通電ブレーキ制御が実行される。ステップS06の処理が完了するとステップS07へ進む。

[0055] ステップS07では、燃料噴射弁21の噴射が終了し、本制御フローが終了する。

[0056] なお、再通電ブレーキ制御は、図8とは異なる図9のフローチャートでも実行することができる。

[0057] ステップS21では、第一の通電制御量が決定される。「第一の通電制御量」とは、上述した開弁制御時に用いる通電パルスP1の各種パラメータであり、図8のステップS01の「インジェクタ制御量」と同様に、具体的にはパルス幅、目標駆動電流、噴射時期などである。ステップS21の処理が完了するとステップS22へ進む。

[0058] ステップS22では、ステップS21で決定した第一の通電制御量から、第一の通電（通電パルスP1による通電（開弁制御）の終了時の残留磁束量

が演算される。残留磁束量は、図 8 のステップ S 0 4 の説明で挙げた手法で算出することができる。ステップ S 2 2 の処理が完了するとステップ S 2 3 へ進む。

[0059] ステップ S 2 3 では、ステップ S 2 2 にて演算された残留磁束量に基づき、第二の通電制御量が決定される。「第二の通電制御量」とは、再通電パルス P 2 の制御量であり、図 8 のステップ S 0 5 の説明で挙げて手法で決定することができる。ステップ S 2 3 の処理が完了するとステップ S 2 4 へ進む。

[0060] ステップ S 2 4 では、第一の通電パルス（通電パルス P 1）により燃料噴射弁 2 1 が通電される。これにより燃料噴射弁 2 1 の開弁制御が実行される。ステップ S 2 4 の処理が完了するとステップ S 2 5 へ進む。

[0061] ステップ S 2 5 では、再通電ブレーキ制御の実行条件が成立しているかが判定される。実行条件としては、例えば、エンジン回転数、エンジン負荷、燃圧（燃料圧力）、冷却水温、噴射量などを用いた条件を設定することができる。ステップ S 2 5 の判定の結果、再通電ブレーキ制御の実行条件が成立している場合（ステップ S 2 5 の Y e s）にはステップ S 2 6 に進み、成立していない場合にはステップ S 2 7 に進む。

[0062] ステップ S 2 6 では、第二の通電パルス（再通電パルス P 2）により燃料噴射弁 2 1 が通電される。これにより燃料噴射弁 2 1 の再通電ブレーキ制御が実行される。ステップ S 2 6 の処理が完了するとステップ S 2 7 へ進む。

[0063] ステップ S 2 7 では、燃料噴射弁 2 1 の噴射が終了し、本制御フローが終了する。

[0064] 以上説明したように、本実施形態に係る燃料噴射制御装置としての E C U 3 0 において、インジェクタ駆動用 I C 1 1 3 は、通電パルス P 1 による通電の終了時に燃料噴射弁 2 1 の磁性体（プランジャ 5 2 及び固定コア 5 5）に残留する残留磁束量に基づいて再通電パルス P 2 を制御する。この構成により、通電パルス P 1 の通電パルス幅の差異などに起因するニードル弁 5 3 の閉弁挙動の変化（閉弁開始タイミングや閉弁速度など）を残留磁束量に基

づき精度良く把握することが可能となる。これにより、再度の開弁を発生させず、かつ、閉弁速度を低減しないような閉弁挙動となるように再通電制御の制御パラメータを調整することが可能となるので、再通電制御を適切に実施できる。

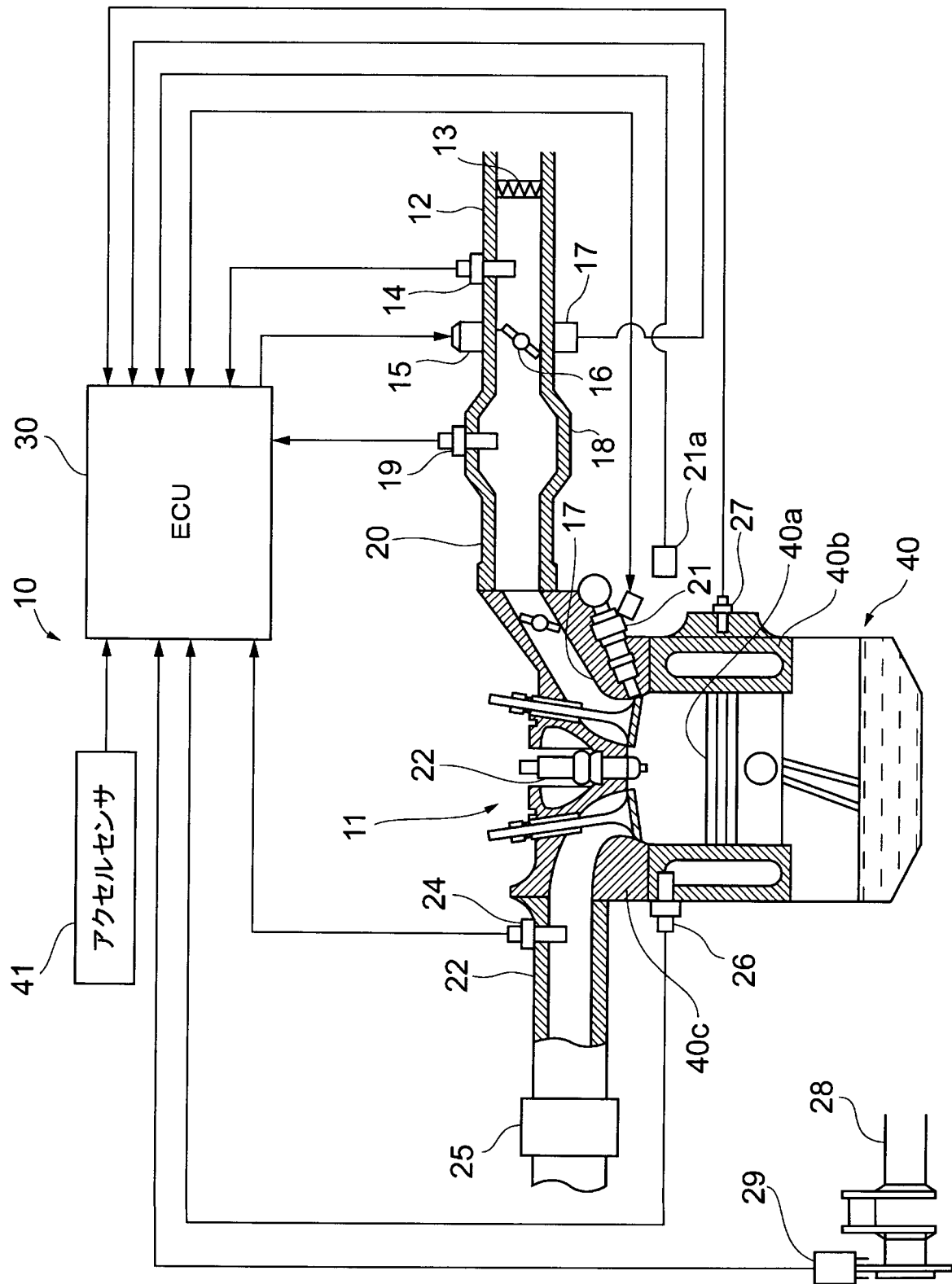
[0065] 以上、具体例を参照しつつ本開示の実施の形態について説明した。しかし、本開示はこれらの具体例に限定されるものではない。すなわち、これら具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本開示の特徴を備えている限り、本開示の範囲に包含される。例えば、前述した各具体例が備える各要素及びその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、前述した各実施の形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本開示の特徴を含む限り本開示の範囲に包含される。

請求の範囲

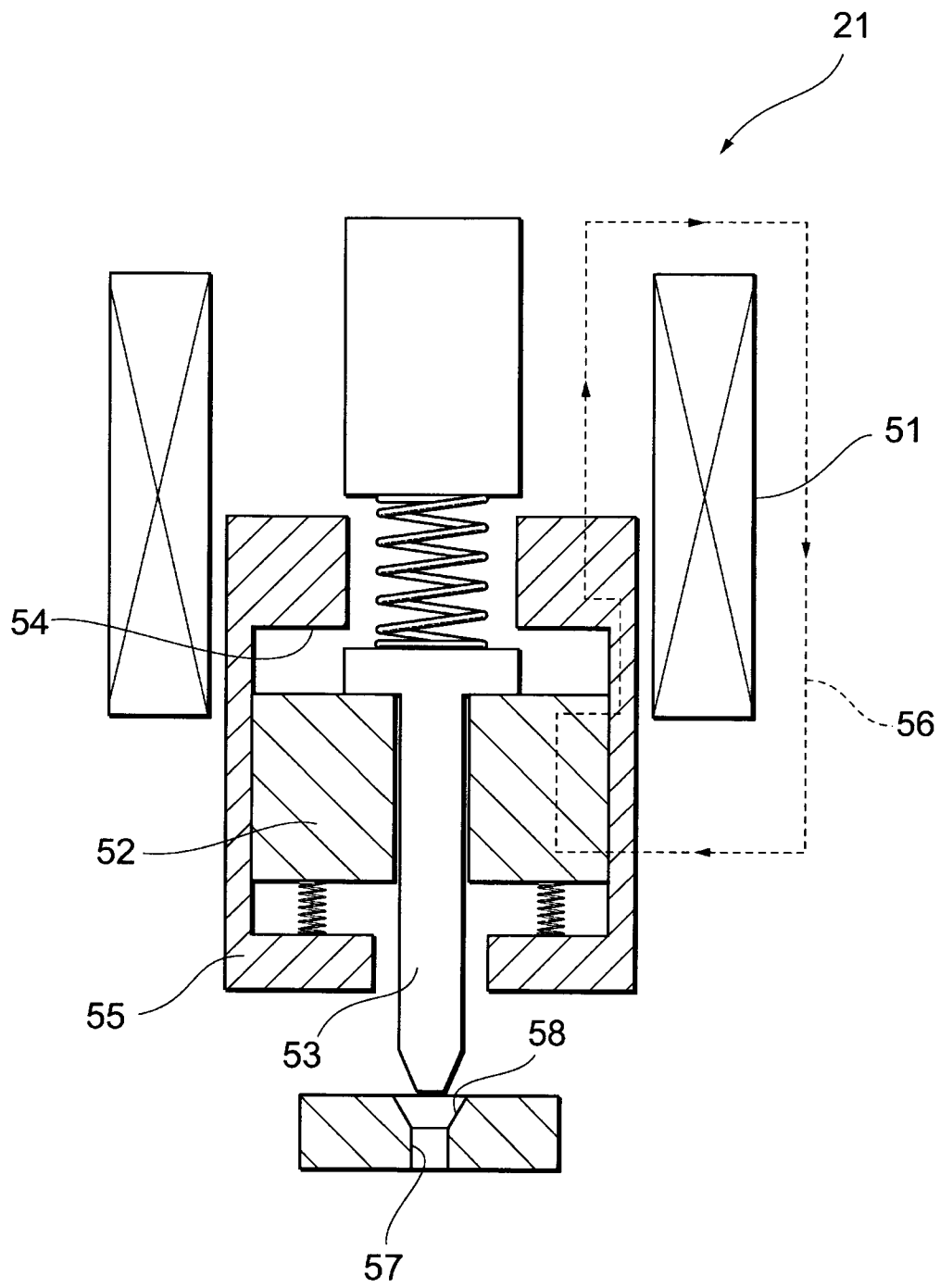
- [請求項1] 電磁駆動式の燃料噴射弁（21）を備えた内燃機関（11）の燃料噴射制御装置（30）において、
- 前記燃料噴射弁の磁気回路（56）に第一の通電パルス信号（P1）で通電を行うことで前記燃料噴射弁を開弁駆動させると共に、前記第一の通電パルス信号による通電の終了後に第二の通電パルス信号（P2）で通電を行うことで前記燃料噴射弁の閉弁時の衝撃を緩和する制御部（113）を備え、
- 前記制御部は、前記第一の通電パルス信号による通電の終了時に前記燃料噴射弁の磁性体（52，55）に残留する残留磁束量に基づいて前記第二の通電パルス信号を制御することを特徴とする燃料噴射制御装置。
- [請求項2] 前記制御部は、前記残留磁束量に基づいて、前記第一の通電パルス信号による通電の終了時から前記第二の通電パルス信号による通電の開始時までのインターバル時間（S__l t i m e）を変更する請求項1に記載の燃料噴射制御装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記残留磁束量に基づいて、前記第二の通電パルス信号の通電パルス幅（S__P t i m e）を変更する請求項1または2に記載の燃料噴射制御装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記残留磁束量に基づいて、前記第二の通電パルス信号の目標電流値（T g t __C u r r e n t）を変更する請求項1～3のいずれか1項に記載の燃料噴射制御装置。
- [請求項5] 前記制御部は、前記第一の通電パルス信号による通電の終了時の前記燃料噴射弁の駆動電流値に応じて前記残留磁束量を算出する請求項1～4のいずれか1項に記載の燃料噴射制御装置。
- [請求項6] 前記制御部は、前記第一の通電パルス信号の通電パルス幅に応じて前記残留磁束量を算出する請求項1～5のいずれか1項に記載の燃料噴射制御装置。

- [請求項7] 前記制御部は、前記内燃機関の運転負荷に応じて前記残留磁束量を算出する請求項1～6のいずれか1項に記載の燃料噴射制御装置。
- [請求項8] 前記制御部は、前記第一の通電パルス信号による通電の終了時以前の所定期間における前記燃料噴射弁の駆動電流の積分値に応じて前記残留磁束量を算出する請求項1～7のいずれか1項に記載の燃料噴射制御装置。
- [請求項9] 前記制御部は、前記内燃機関の燃料圧力に応じて前記残留磁束量を算出する請求項5～8のいずれか1項に記載の燃料噴射制御装置。

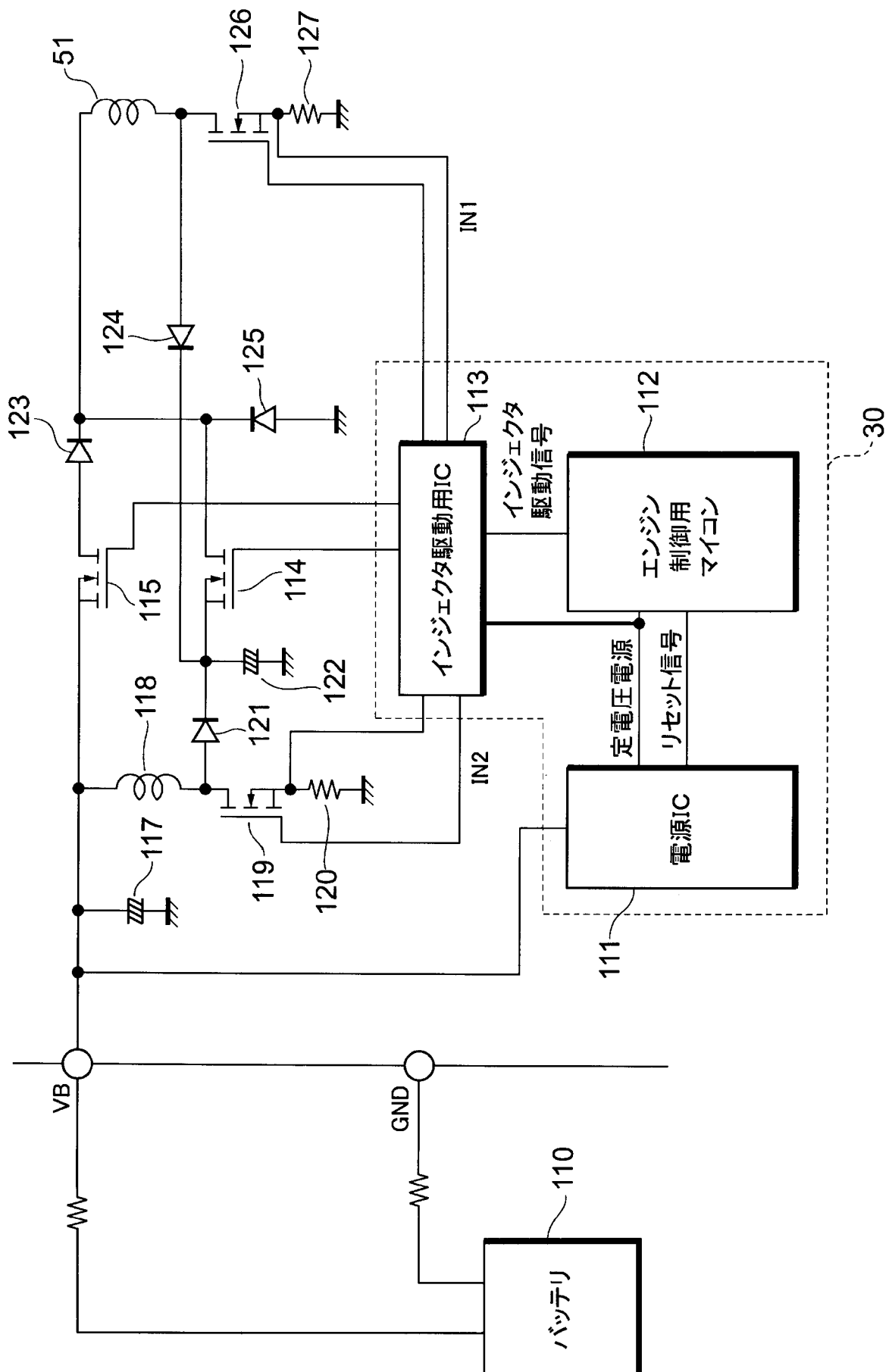
[図1]



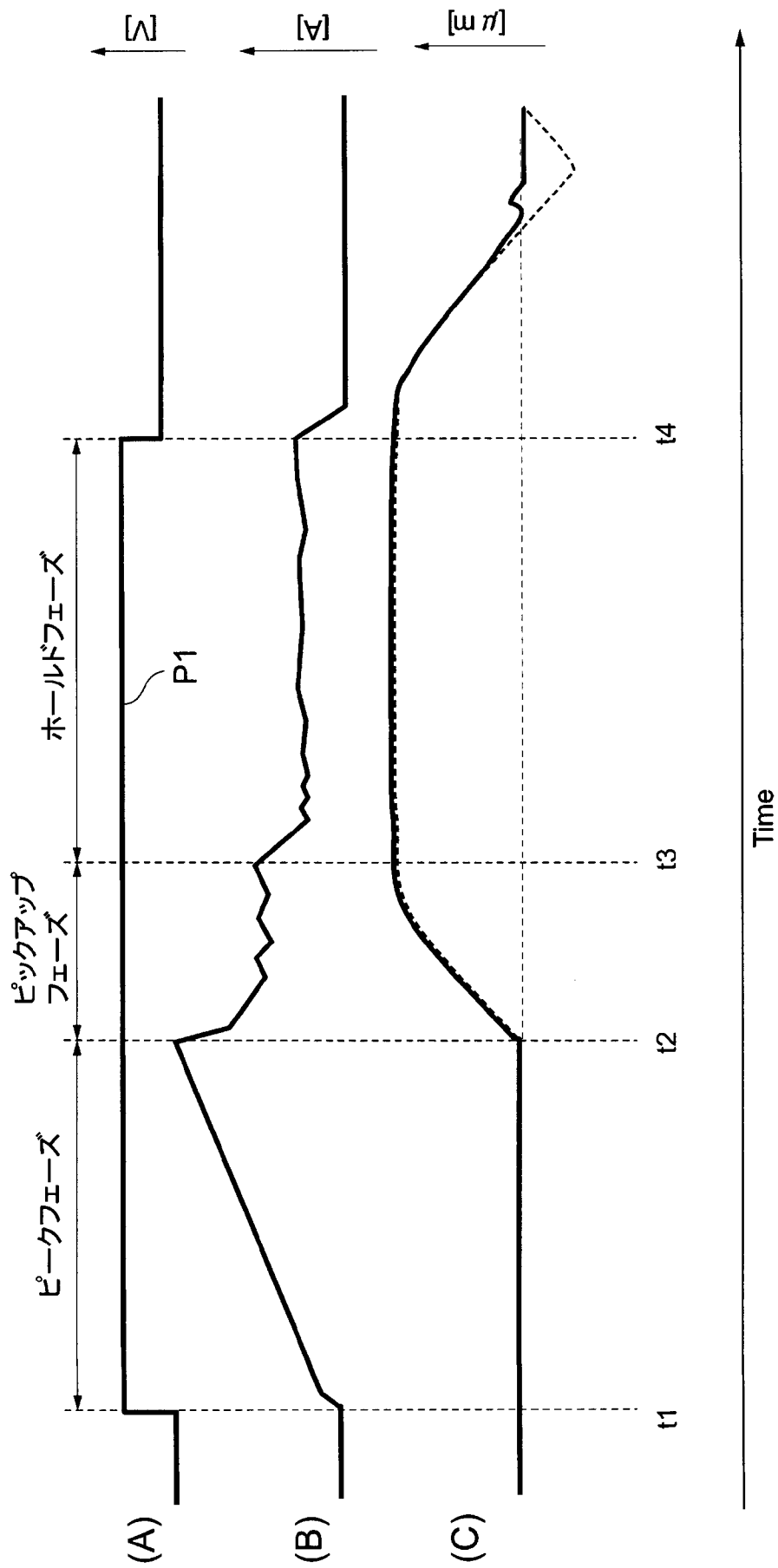
[図2]



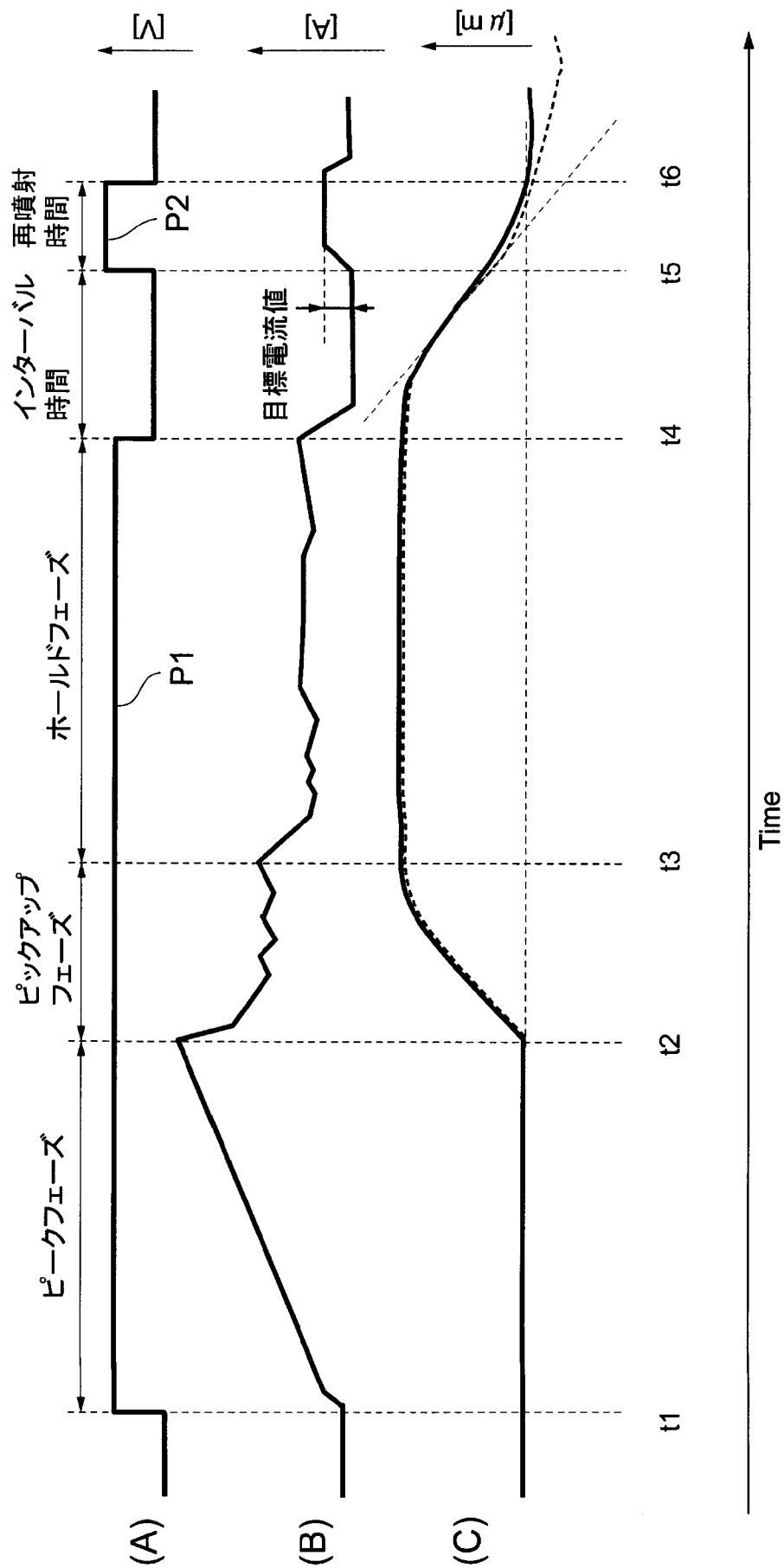
[図3]



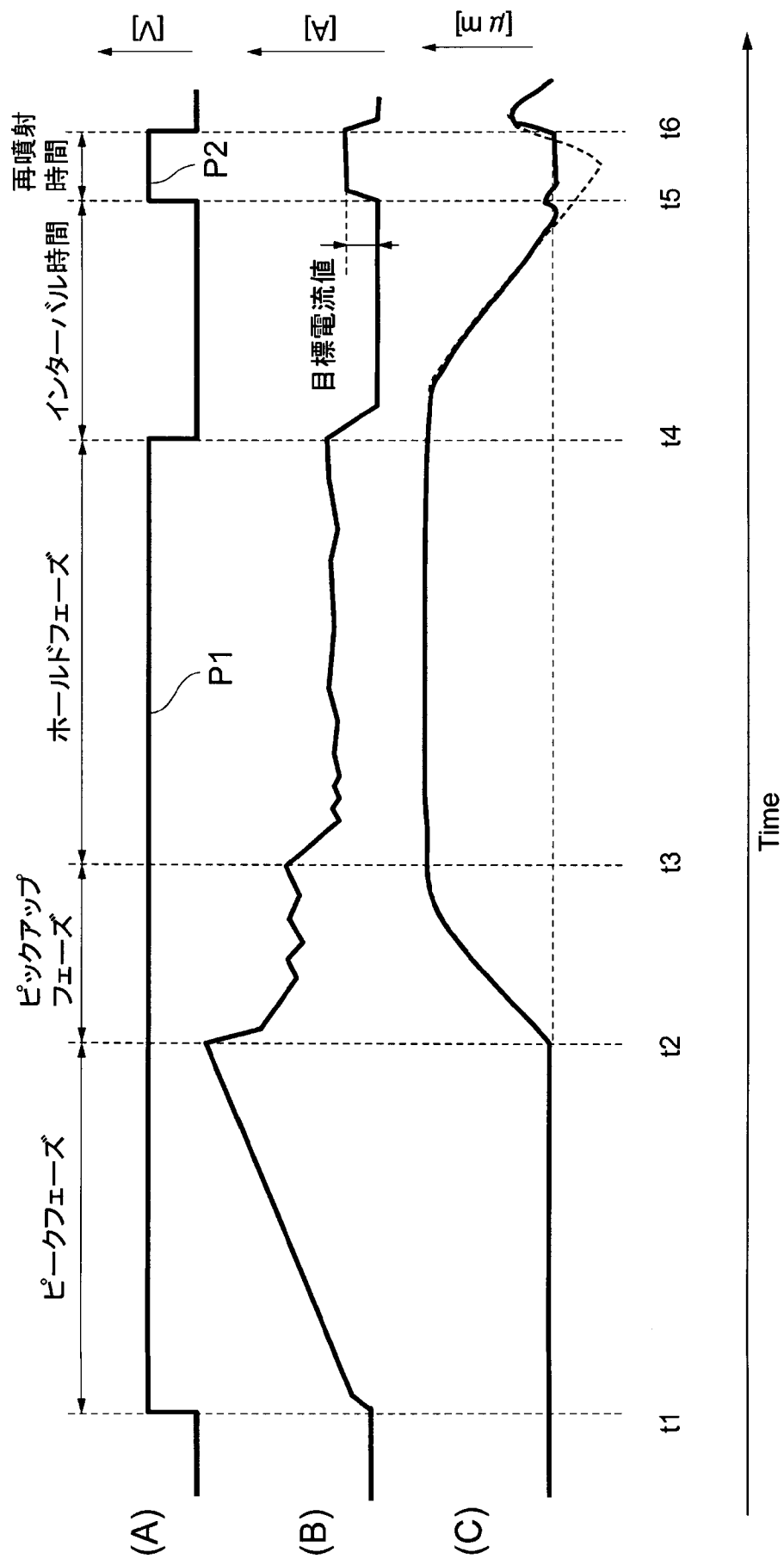
[図4]



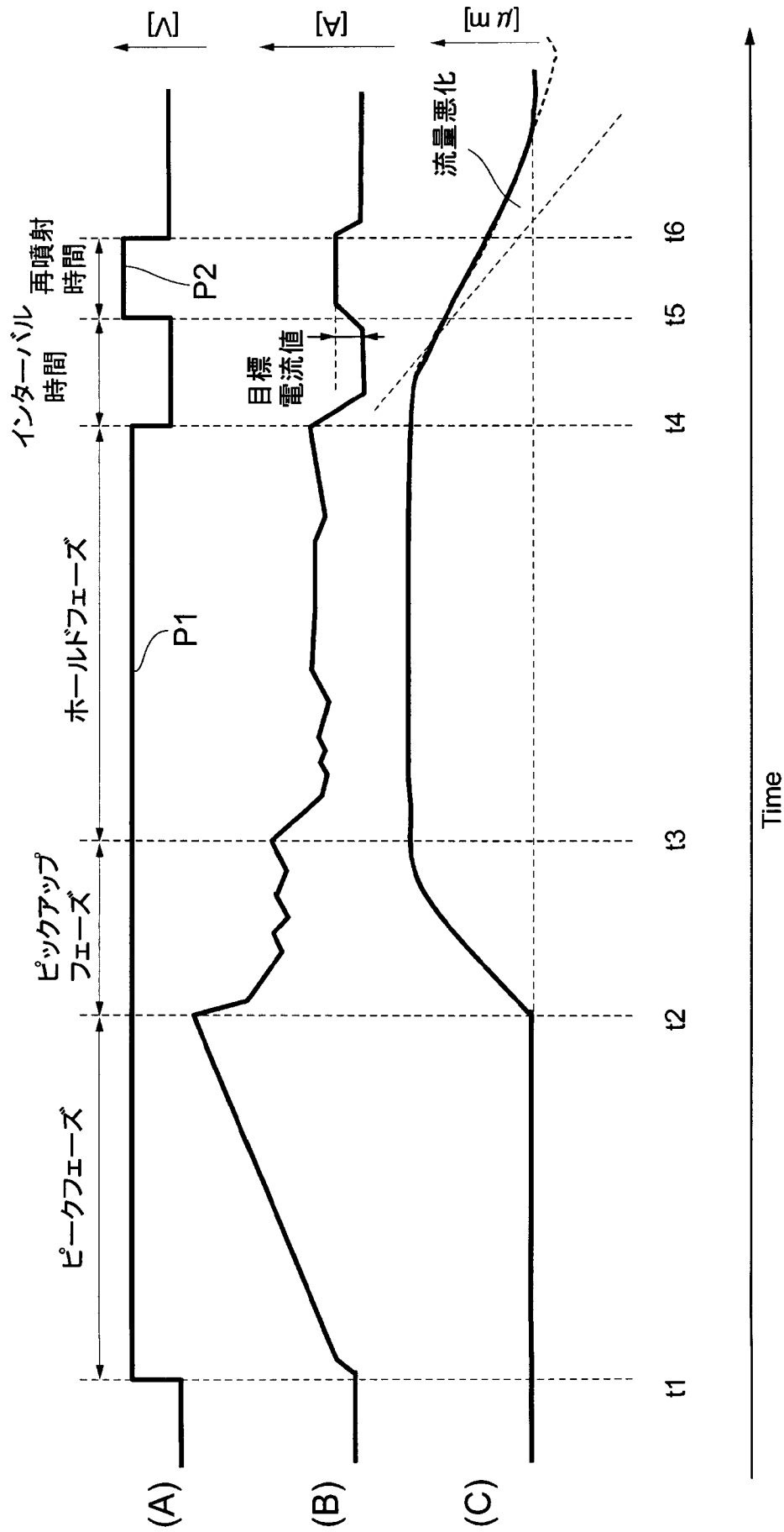
[図5]



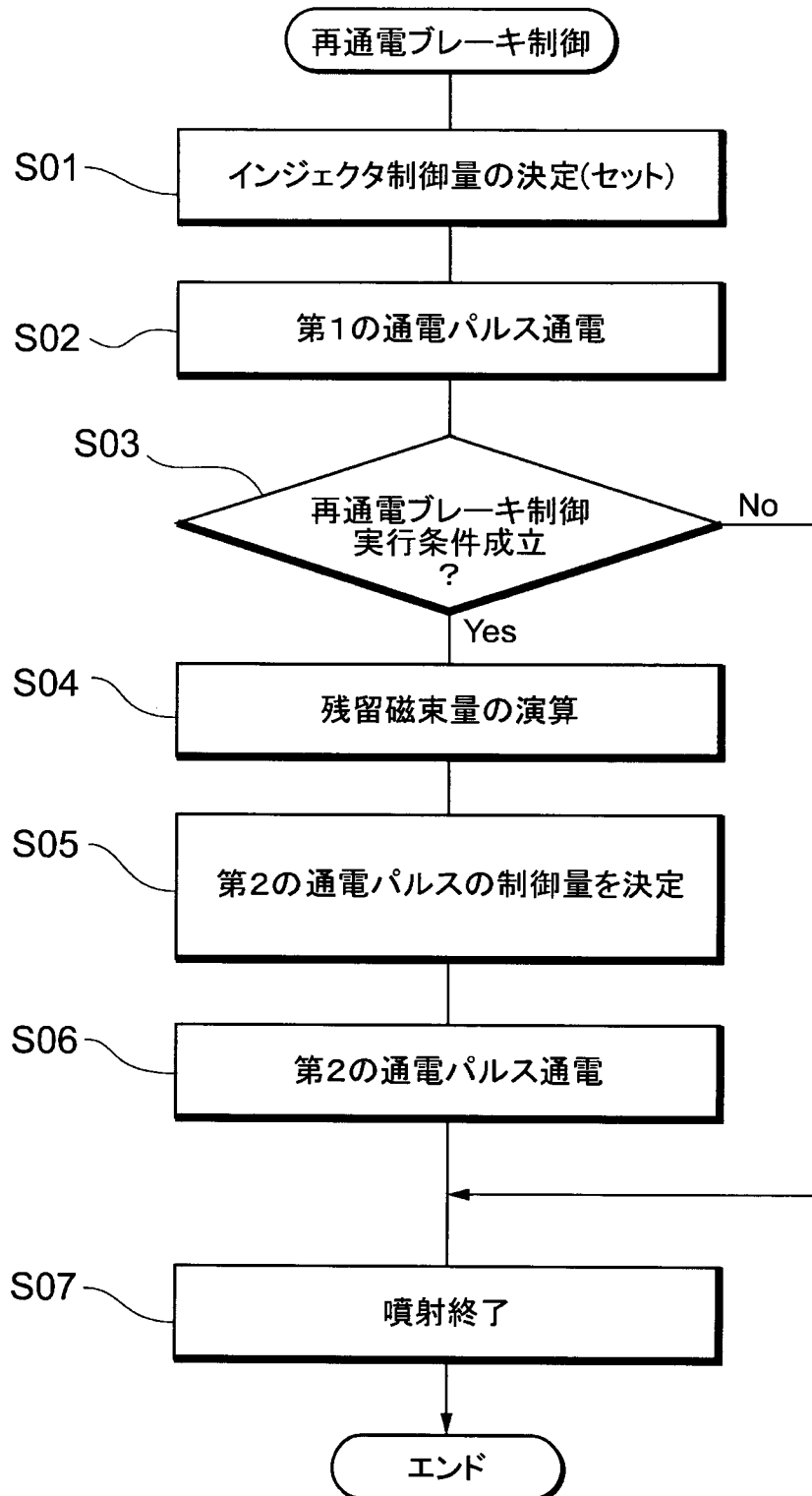
[図6]



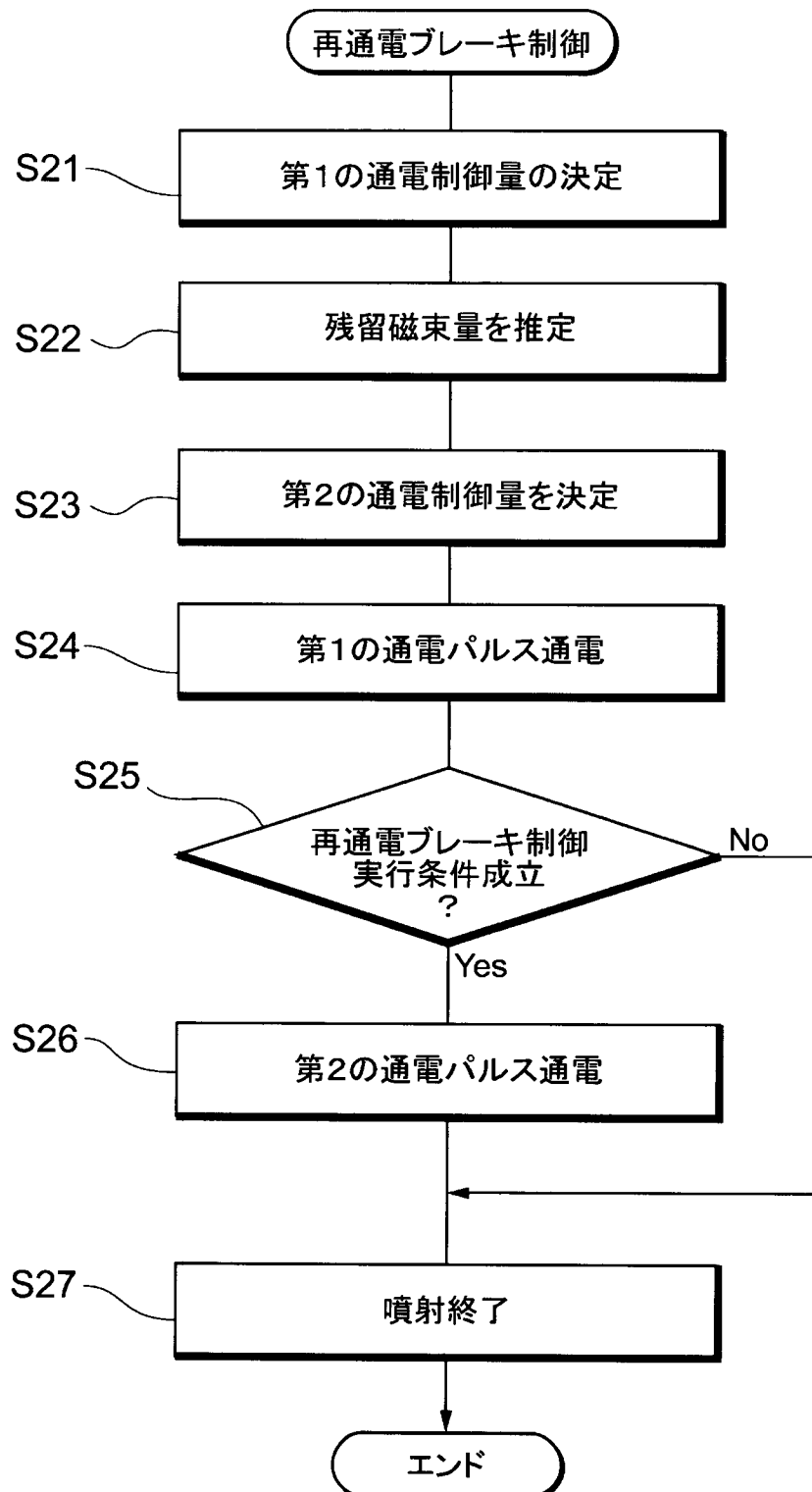
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001830

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D41/32(2006.01)i, F02M51/00(2006.01)i, F02M51/06(2006.01)i, F02M61/10(2006.01)i, F02M61/16(2006.01)i, F16K31/06(2006.01)i, H01F7/18(2006.01)i, F02D41/36(2006.01)n

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)

F02D41/32, F02M51/00, F02M51/06, F02M61/10, F02M61/16, F16K31/06, H01F7/18, F02D41/36

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	JP 4-153542 A (Nippondenso Co., Ltd.), 27 May 1992 (27.05.1992), page 2, upper right column, line 12 to page 5, upper left column, line 7; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-9
Y	JP 6-101552 A (Nippondenso Co., Ltd.), 12 April 1994 (12.04.1994), abstract; paragraphs [0004] to [0006], [0011], [0041]; fig. 1 to 11 & US 5402760 A abstract; column 2, lines 52 to 54; column 3, lines 45 to 54; column 9, lines 60 to 63; claim 1; fig. 1 to 20 & EP 570986 A2 & DE 69303769 C	1-9

☒ 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
09 June 2016 (09.06.16)

Date of mailing of the international search report
21 June 2016 (21.06.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001830

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-132524 A (Mitsubishi Electric Corp.), 15 May 2001 (15.05.2001), abstract; paragraphs [0058], [0090]; fig. 2 & US 6234150 B1 abstract; column 6, lines 17 to 22; column 9, lines 43 to 52; fig. 2	5-9
Y	JP 8-218969 A (Nippon Soken, Inc.), 27 August 1996 (27.08.1996), paragraph [0023] & US 5803429 A column 7, lines 1 to 10 & DE 19605277 A1	9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02D41/32(2006.01)i, F02M51/00(2006.01)i, F02M51/06(2006.01)i, F02M61/10(2006.01)i, F02M61/16(2006.01)i, F16K31/06(2006.01)i, H01F7/18(2006.01)i, F02D41/36(2006.01)n

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 (IPC))

Int.Cl. F02D41/32, F02M51/00, F02M51/06, F02M61/10, F02M61/16, F16K31/06, H01F7/18, F02D41/36

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y	JP 4-153542 A (日本電装株式会社) 1992.05.27, 第2頁右上欄第12行-第5頁左上欄第7行, 第1-6図 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 6-101552 A (日本電装株式会社) 1994.04.12, [要約], 段落 [0004]-[0006], [0011], [0041], 図1-11 & US 5402760 A, [要約], 第2欄第52-54行, 第3欄第45-54行第9欄第60-63行, 請求項1, 図1-20 & EP 570986 A2 & DE 69303769 C	1-9

☑ 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

09.06.2016

国際調査報告の発送日

21.06.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

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)

山村 秀政

3Z

3744

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

C (続き) . 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
Y	JP 2001-132524 A (三菱電機株式会社) 2001. 05. 15, [要約], 段落 [0058], [0090], 図 2 & US 6234150 B1, [要約], 第 6 欄第 17-22 行, 第 9 欄第 43-52 行, 図 2	5-9
Y	JP 8-218969 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 1996. 08. 27, 段落 [0023] & US 5803429 A, 第 7 欄 1-10 行 & DE 19605277 A1	9