

(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
2017 年 6 月 8 日(08.06.2017)



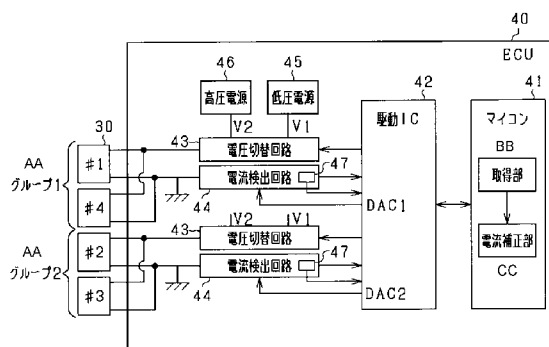
(10) 国際公開番号

WO 2017/094430 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 41/20 (2006.01) F02M 51/06 (2006.01)
F02M 51/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/082637
- (22) 国際出願日: 2016 年 11 月 2 日(02.11.2016)
- (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 2015-233462 2015 年 11 月 30 日(30.11.2015) JP
特願 2016-158557 2016 年 8 月 12 日(12.08.2016) 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).
- (74) 代理人: 山田 強(YAMADA, Tsuyoshi); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅三丁目 1 3 番 2 4 号 第一はせ川ビル 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, DJ, 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, KW, 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, 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))

(54) Title: FUEL INJECTION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の燃料噴射制御装置



41 Microcomputer
42 Driver IC
43 Voltage switching circuit
44 Current detection circuit
45 Low-voltage power supply
46 High-voltage power supply
AA Group
BB Acquisition unit
CC Current correction unit

(57) Abstract: An ECU 40 of the present invention is provided with: drive circuits 42, 43 which classify multiple fuel injection valves 30 into multiple groups and drive each of the fuel injection valves 30 through a drive system for the corresponding group; and multiple current detection circuits 44 which are provided for each of the groups and which detect drive currents of the respective fuel injection valves 30. A microcomputer 41 controls driving, by the drive circuits, of the fuel injection valves 30 on the basis of detected currents detected by the current detection circuits 44. Further, the microcomputer 41 measures, on the basis of the detected current by each of the multiple current detection circuits 44, a time period reached which is a time period from a predetermined reference timing for fuel injection by the corresponding fuel injection valve 30 until the detected current reaches a predetermined current value, and performs current correction on at least any one of the multiple groups on the basis of the difference among the time periods reached for the respective current detection circuits 44.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/094430 A1



ＥＣＵ４０は、複数の燃料噴射弁３０を複数のグループに振り分けてそのグループごとの駆動系統で各燃料噴射弁３０を駆動させる駆動回路４２、４３と、グループごとに設けられ、各燃料噴射弁３０の駆動電流を検出する複数の電流検出回路４４とを備えている。マイコン４１は、電流検出回路４４により検出された検出電流に基づいて、駆動回路による燃料噴射弁３０の駆動を制御する。また、マイコン４１は、複数の電流検出回路４４によるそれぞれの検出電流に基づいて、燃料噴射弁３０による燃料噴射ごとの所定の基準タイミングから検出電流が所定電流値に到達するまでの時間である到達時間を計測するとともに、電流検出回路４４ごとの到達時間の差に基づいて、複数のグループの少なくともいずれかについて電流補正を実施する。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の燃料噴射制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2015年11月30日に出願された日本出願番号2015-233462号と、2016年8月12日に出願された日本出願番号2016-158557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ものである。

背景技術

[0003] 車両等に搭載される内燃機関の各気筒に燃料を噴射供給する燃料噴射弁として、例えば電磁ソレノイド式のものが知られている。この種の燃料噴射弁においては、燃料噴射弁本体に内蔵されるコイルへの通電時期及び通電時間を制御して弁体（ニードル）を開弁方向に駆動させることで、燃料噴射時期及び燃料噴射量を制御している。

[0004] また、燃料噴射弁の駆動手法として、コイル印加電圧を、開弁当初は高電圧とし、その後低電圧に切り替えるものが提案されている。かかる技術では、高電圧の印加により開弁応答性を高め、その後に低電圧に切り替えることで燃料噴射弁を低電力駆動するようにしている。また、高電圧から低電圧への切替は、電流検出回路により検出される検出電流に基づき実施され、その検出電流が所定の目標ピーク値に到達したと判定された際に印加電圧の切替が行われるようになっている。

[0005] また、燃料噴射装置には機差ばらつきが存在するため、実際の駆動電流にばらつきが生じることが考えられ、こうした駆動電流のばらつきに起因して燃料噴射量にばらつきが生じることが懸念される。そこで特許文献1では、実駆動電流の機差ばらつき量をあらかじめ記憶手段に記憶しておき、その機差ばらつき量に基づいて目標の駆動電流を補正するようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開 2 0 1 4 - 5 7 4 0 号公報

発明の概要

[0007] ところで、多気筒内燃機関では、各気筒の燃料噴射弁において燃料噴射の期間が重複する等の理由から、複数の燃料噴射弁を複数のグループに振り分けてそのグループごとに燃料噴射弁を駆動させる構成が考えられる。また、燃料噴射弁の駆動電流を検出し、その検出電流に基づいて燃料噴射弁の駆動状態を制御する場合には、グループごとに電流検出回路を設ける構成が考えられる。この場合、各グループに設けられた複数の電流検出回路で特性ばらつきが生じていると、各燃料噴射弁の駆動状態を一律に制御することができず、燃料噴射量のばらつきが生じることが懸念される。つまり、各燃料噴射弁の駆動電流を適正に把握することができないと、燃料噴射弁の開弁応答性のばらつきが生じたり、弁体リフト量のばらつきが生じたりすることが考えられ、それに起因して、燃料噴射量の過不足が生じることが懸念される。こうした不都合について技術改善の余地があると考えられる。

[0008] 本開示は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その主たる目的は、燃料噴射弁の駆動の適正化を図り、ひいては燃料噴射量を適正に制御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にある。

[0009] 本開示の燃料噴射制御装置は、複数の燃料噴射弁と、前記複数の燃料噴射弁を複数の駆動系統に振り分けてそれら各駆動系統においてそれぞれ前記各燃料噴射弁を駆動させる駆動回路と、前記駆動系統ごとに設けられ、前記各燃料噴射弁の駆動電流を検出する複数の電流検出回路とを備える内燃機関の燃料噴射システムに適用され、前記電流検出回路により検出された検出電流に基づいて、前記駆動回路による前記燃料噴射弁の駆動を制御する。また、燃料噴射制御装置は、前記駆動系統ごとに、前記検出電流の時間当たりの変化量に相関するパラメータである電流変化パラメータを取得する取得部と、前記各駆動系統における前記電流変化パラメータに基づいて、前記複数の駆動系統の少なくともいずれかについて電流補正を実施する電流補正部と、を

備える。

[0010] 上記構成によれば、複数の燃料噴射弁が複数の駆動系統に振り分けられ、駆動系統ごとに電流検出回路が設けられた内燃機関の燃料噴射システムにおいて、駆動系統ごとに、検出電流の時間当たりの変化量に相関するパラメータである電流変化パラメータが取得される。そして、その電流変化パラメータに基づいて、複数の駆動系統の少なくともいずれかについて電流補正が実施される。かかる場合、仮にいずれかの電流検出回路に特性ばらつきが生じていると、各燃料噴射弁の噴射指令が同一であっても、各駆動系統において電流変化パラメータが相違することになるが、各駆動系統の電流変化パラメータに基づいて電流補正が実施されることで、各燃料噴射弁における駆動状態を近づけることができる。その結果、燃料噴射弁の駆動の適正化を図り、ひいては燃料噴射量を適正に制御することができる。

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。その図面は、
[図1]図1は、エンジン制御システムの概略構成を示す図であり、
[図2]図2は、ECUの構成を示すブロック図であり、
[図3]図3は、各気筒の燃料噴射の期間を示すタイムチャートであり、
[図4]図4は、燃料噴射弁の構成及び状態を示す図であり、
[図5]図5は、燃料噴射弁の駆動動作を説明するためのタイムチャートであり、
、
[図6]図6は、電流検出回路の検出ずれを説明するためのタイムチャートであり、
[図7]図7は、目標電流補正処理の手順を示すフローチャートであり、
[図8]図8は、到達時間の差分 ΔT_p と電流補正值 ΔI_p との関係を示す図であり、
[図9]図9は、ピーク電流補正を具体的に説明するためのタイムチャートであり、

[図10]図 1 0 は、ピーク電流補正を具体的に説明するためのタイムチャートであり、

[図11]図 1 1 は、ピーク電流補正を具体的に説明するためのタイムチャートであり、

[図12]図 1 2 は、ピーク電流補正を具体的に説明するためのタイムチャートであり、

[図13]図 1 3 は、電流検出回路の検出ずれを説明するためのタイムチャートであり、

[図14]図 1 4 は、第 2 実施形態における目標電流補正処理の手順を示すフローチャートであり、

[図15]図 1 5 は、到達電流の差分 ΔI_a と電流補正值 ΔI_p との関係を示す図であり、

[図16]図 1 6 は、電流検出回路の検出ずれを説明するためのタイムチャートであり、

[図17]図 1 7 は、第 3 実施形態における目標電流補正処理の手順を示すフローチャートであり、

[図18]図 1 8 は、電流積算値の差分 $\Delta \Sigma I$ と電流補正值 ΔI_p との関係を示す図であり、

[図19]図 1 9 は、別例における ECU の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] (第 1 実施形態)

以下、実施形態について図面を参照して説明する。本実施形態は、車両用のガソリンエンジンを制御する制御システムとして具体化している。まず、図 1 に基づいてエンジン制御システムの概略構成を説明する。

[0013] 筒内噴射式の多気筒内燃機関であるエンジン 1 1 の吸気管 1 2 の最上流部には、エアクリーナ 1 3 が設けられ、このエアクリーナ 1 3 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 16 と、このスロットルバルブ 16 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 17 とが設けられている。

[0014] スロットルバルブ 16 の下流側にはサージタンク 18 が設けられ、このサージタンク 18 に、吸気管圧力を検出する吸気管圧力センサ 19 が設けられている。サージタンク 18 には、エンジン 11 の各気筒 21 に空気を導入する吸気マニホールド 20 が接続され、エンジン 11 の各気筒 21 には、それぞれ筒内に燃料を直接噴射する電磁式の燃料噴射弁 30 が取り付けられている。エンジン 11 のシリンダヘッドには、気筒 21 ごとに点火プラグ 22 が取り付けられ、各気筒 21 の点火プラグ 22 の火花放電によって筒内の混合気に着火される。

[0015] エンジン 11 の排気管 23 には、排出ガスに基づいて混合気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 24（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 24 の下流側に、排出ガスを浄化する三元触媒等の触媒 25 が設けられている。

[0016] エンジン 11 のシリンダブロックには、冷却水温を検出する冷却水温センサ 26 や、ノッキングを検出するノックセンサ 27 が取り付けられている。クランク軸 28 の外周側には、クランク軸 28 が所定クランク角回転するごとにパルス信号を出力するクランク角センサ 29 が取り付けられ、このクランク角センサ 29 のクランク角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。

[0017] これら各種センサの出力は ECU 40 に入力される。ECU 40 は、マイクロコンピュータを主体として構成された電子制御ユニットであり、各種センサの検出信号を用いてエンジン 11 の各種制御を実施する。ECU 40 は、エンジン運転状態に応じた燃料噴射量を算出して燃料噴射弁 30 の燃料噴射を制御するとともに、点火プラグ 22 の点火時期を制御する。

[0018] 図 2 に示すように、ECU 40 は、エンジン制御用のマイコン 41（エンジン 11 の制御用のマイクロコンピュータ）や、インジェクタ駆動用の駆動 IC 42（燃料噴射弁 30 の駆動用 IC）、電圧切替回路 43、電流検出回

路 4 4 を備えている。マイコン 4 1 が「燃料噴射制御装置」に相当する。マイコン 4 1 は、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するとともに、この要求噴射量に基づき算出される噴射時間から噴射パルスを生成し、駆動 IC 4 2 に出力する。駆動 IC 4 2 及び電圧切替回路 4 3 は「駆動回路」に相当し、噴射パルスにより燃料噴射弁 3 0 を開弁駆動して、要求噴射量分の燃料を噴射させる。

[0019] 電圧切替回路 4 3 は、各気筒の燃料噴射弁 3 0 に印加される駆動用電圧を高電圧と低電圧とで切り替える回路であり、具体的には、図示しないスイッチング素子のオンオフにより、低圧電源部 4 5 と高圧電源部 4 6 とのいずれかから燃料噴射弁 3 0 のコイルに対して駆動電流を供給させるものとなっている。なお、低圧電源部 4 5 は、例えば 12 V の低電圧 V 1 を出力する低電圧出力回路よりなり、高圧電源部 4 6 は、例えば 60～65 V の高電圧 V 2（昇圧電圧）を出力する高電圧出力回路よりなる。高圧電源部 4 6 はバッテリー電圧を昇圧する昇圧回路を有している。

[0020] 噴射パルスにより燃料噴射弁 3 0 が開弁駆動される際には、燃料噴射弁 3 0 に対して低電圧 V 1 と高電圧 V 2 とが時系列で切り替えられて印加されるようになっている。この場合、開弁初期には高電圧 V 2 が印加されることで、燃料噴射弁 3 0 の開弁応答性が確保されるとともに、それに引き続いて低電圧 V 1 が印加されることで、燃料噴射弁 3 0 の開弁状態が保持される。

[0021] また本実施形態では、図 3 に示すように、エンジン 1 1 を 4 気筒エンジンとし、気筒ごとの燃料噴射弁 3 0 による燃料噴射として、吸気行程と圧縮行程とにおいて各々噴射パルスを出力して燃料噴射を実施することとしている。なお、# 1～# 4 気筒の燃焼順序を # 1→# 3→# 4→# 2としている。この場合、燃焼順序が前後に連続する 2 つの気筒では、各燃料噴射弁 3 0 による燃料噴射の期間が重複することが懸念される。

[0022] そのため、図 2 の構成においては、燃焼順序が一つ置きとなる 2 つの気筒を 1 まとめにして駆動グループ 1, 2 としており、駆動グループごとに各々電圧切替回路 4 3 及び電流検出回路 4 4 が設けられている。すなわち、駆動

グループ１の電圧切替回路４３及び電流検出回路４４では、＃１，＃４気筒の燃料噴射弁３０について電圧切り替えと電流検出とが行われ、駆動グループ２の電圧切替回路４３及び電流検出回路４４では、＃２，＃３気筒の燃料噴射弁３０について電圧切り替えと電流検出とが行われる構成となっている。これにより、駆動グループごとの駆動系統で各燃料噴射弁３０が駆動される。

[0023] 電流検出回路４４は、燃料噴射弁３０の開弁駆動時における通電電流を検出するものであり、その検出結果は駆動ＩＣ４２に逐次出力される。電流検出回路４４は周知構成であればよく、例えばシャント抵抗と比較器とを有するものとなっている。なお、駆動ＩＣ４２のＤＡＣポート（ＤＡＣ１，ＤＡＣ２）からは基準電流に相当する基準信号が出力され、電流検出回路４４の比較器では、各燃料噴射弁３０の駆動電流と基準電流との比較結果が出力される。

[0024] また、各電流検出回路４４にはそれぞれに温度センサ４７が設けられており、この温度センサ４７により、各電流検出回路４４の温度が検出される。各電流検出回路４４においては、ＥＣＵ４０の筐体内の配置等に応じて、他の発熱源からの受熱の影響度が相違したり、放熱の度合いが相違したりすることが考えられ、それに起因して各電流検出回路４４で温度差が生じることがある。各電流検出回路４４での温度差が生じた場合には、それが温度センサ４７により検出される。

[0025] また本実施形態では、燃料噴射弁３０の駆動態様として、燃料噴射弁３０の弁体がフルリフト位置に到達する前のパーシャルリフト状態で弁体のリフトを終了させ、その状態で所望量の燃料を噴射するパーシャルリフト噴射を実施することとしており、そのパーシャルリフト噴射を図４を用いて簡単に説明する。なお、図４において（ａ）はフルリフト噴射時の動作を示し、（ｂ）はパーシャルリフト噴射時の動作を示している。

[0026] 図４に示すように、燃料噴射弁３０は、通電により電磁力を生じさせるコイル３１と、その電磁力によってプランジャ３２（可動コア）と一体的に駆

動されるニードル 33（弁体）とを有しており、ニードル 33 が開弁位置に移動することで燃料噴射弁 30 が開弁状態となり、燃料噴射が行われる。図 4（a）、（b）では噴射パルスの時間（通電期間）が相違しており、（a）に示すように噴射パルス幅が比較的長くなる場合（ニードルリフト量がフルリフト量となる場合）には、ニードル 33 がフルリフト位置（プランジャ 32 がストッパ 34 に突き当たる位置）に到達する。一方、（b）に示すように、噴射パルス幅が比較的短くなる場合（ニードルリフト量がパーシャルリフト量となる場合）には、ニードル 33 がフルリフト位置に到達しないパーシャルリフト状態（プランジャ 32 がストッパ 34 に突き当たる手前の状態）となる。そして、噴射パルスの立ち下がりに伴いコイル 31 の通電が停止されると、プランジャ 32 とニードル 33 とが閉弁位置に戻ることで燃料噴射弁 30 が閉弁状態となり、燃料噴射が停止される。

[0027] 次に、駆動 IC 42 及び電圧切替回路 43 により噴射パルスに基づき実施される燃料噴射弁 30 の駆動動作についてその詳細を図 5 により説明する。なお本実施形態では、噴射パルスがオンになる期間において、プレチャージと昇圧駆動と開弁維持駆動とが時系列で実施されるようになっている。プレチャージは、燃料噴射弁 30 の通電開始時に、高電圧 V2 の印加に先立って、燃料噴射弁 30 が開弁しない程度の低電圧（本実施形態では低電圧 V1）を印加するものであり、プレチャージの実施により、駆動電流の目標ピーク値への到達時間が短縮される。昇圧駆動は、開弁応答性を高めるべく実施され、昇圧駆動期間において燃料噴射弁 30 に高電圧 V2 が印加される。開弁維持駆動は、昇圧駆動に引き続いて実施され、燃料噴射弁 30 に低電圧 V1 が印加される。

[0028] 図 5 において、時刻 t_0 では、噴射パルスがオンになり、 $t_0 \sim t_1$ では低電圧 V1 によるプレチャージが実施される。プレチャージ期間では、電流検出回路 44 により検出された検出電流が所定値に達したことに基いてプレチャージが終了される。なお、プレチャージ期間はあらかじめ定められた時間であってもよい。また、電圧切替回路 43 内のスイッチング素子を所定

デューティ比で繰り返しオンオフさせてプレチャージを実施してもよい。

[0029] そして、時刻 t_1 では、燃料噴射弁 30 への印加電圧が低電圧 V_1 から高電圧 V_2 に切り替えられる。これにより、時刻 $t_1 \sim t_2$ の昇圧期間においては $t_0 \sim t_1$ の期間に比べて駆動電流が急峻に増加する。その後、時刻 t_2 において、駆動電流が、あらかじめ定めた目標ピーク値 I_p に到達すると、高電圧 V_2 の印加が停止される。このとき、駆動電流が目標ピーク値 I_p に到達するタイミング又はその直前のタイミングにおいてニードルリフトが開始され、そのニードルリフトに伴い燃料噴射が開始される。駆動電流が目標ピーク値 I_p に到達したか否かの判定は、電流検出回路 44 により検出された検出電流に基づいて実施される。つまり、昇圧期間 ($t_1 \sim t_2$) では、駆動 IC 42 において検出電流が I_p 以上になったか否かが判定され、検出電流 $\geq I_p$ になった時点で、電圧切替回路 43 により印加電圧の切替 (V_2 印加停止) が実施される。

[0030] 時刻 t_2 以降においては、高電圧 V_2 の印加停止に伴い駆動電流が低下するが、あらかじめ定めた電流閾値と電流検出回路 44 による検出電流とに基づいて、燃料噴射弁 30 に対して低電圧 V_1 が断続的に印加される。図 5 では、開弁維持のための目標ホールド値 I_h を 2 段階で定めており、時刻 $t_2 \sim t_3$ では、目標ホールド値 I_{ha} に基づいて低電圧 V_1 の印加が行われ、時刻 $t_3 \sim t_4$ では、目標ホールド値 I_{hb} ($< I_{ha}$) に基づいて低電圧 V_1 の印加が行われる。このとき、時刻 $t_2 \sim t_3$ では、ヒステリシスを持たせた高低 2 値の目標ホールド値 I_{ha} を定めておき、検出電流がロー側の I_{ha} に達すると電圧印加をオンし、検出電流がハイ側の I_{ha} に達すると電圧印加をオフする。また、時刻 $t_3 \sim t_4$ では、ヒステリシスを持たせた高低 2 値の目標ホールド値 I_{hb} を定めておき、検出電流がロー側の I_{hb} に達すると電圧印加をオンし、検出電流がハイ側の I_{hb} に達すると電圧印加をオフする。目標ホールド値 I_{ha} , I_{hb} の切替 (高 $\rightarrow$ 低の切替) は、ニードルリフトが所定のパーシャルリフト量になったと推定されるタイミングで実施されるとよい (図の時刻 t_3) 。

[0031] その後、時刻 t_4 で噴射パルスがオフになると、燃料噴射弁 30 への電圧印加が停止され、駆動電流がゼロになる。そして、燃料噴射弁 30 のコイル通電の停止に伴いニードルリフトが終了され、それに合わせて燃料噴射が停止される。

[0032] 燃料噴射弁 30 の開弁駆動に際しては、上記のとおり駆動電流の検出結果、すなわち駆動プロファイルに基づいて印加電圧の切替が実施されるが、電流検出回路 44 においては種々の要因により検出電流に誤差が含まれることがあると考えられる。例えば、シャント抵抗の個体差や経年劣化等により検出誤差が生じることが考えられる。かかる場合、実際の駆動電流（実電流）に対して検出電流に誤差が含まれていると、駆動電流が目標ピーク値 I_p に到達するタイミングを適正に把握できず、結果として燃料噴射量の過不足が生じることが懸念される。

[0033] また、本実施形態では、電流検出回路 44 を駆動グループ（駆動系統）ごとに複数備えることから、各電流検出回路 44 において相互に特性ばらつきが生じることが考えられる。この場合、各電流検出回路 44 での特性ばらつきに起因して、気筒ごとに燃料噴射量のばらつきが生じ、結果としてトルク変動の発生が懸念される。

[0034] 各電流検出回路 44 での特性ばらつきについて図 6 を用いて以下に説明する。ここでは、駆動グループ 1、2 の各電流検出回路 44 のうち駆動グループ 2 の電流検出回路 44 にのみ検出ずれが生じている場合を例示している。図 6 において、実線は、駆動グループ 1 の電流検出回路 44 の検出電流を示しており、これは燃料噴射弁 30 に実際に流れる駆動電流（実電流）に一致している。また、一点鎖線は、駆動グループ 2 の電流検出回路 44 の検出電流を示し、破線は、駆動グループ 2 の燃料噴射弁 30 に流れる実電流を示している。

[0035] また、図 6 において（a）はグループ 2 の電流検出回路 44 において実電流に対して駆動電流が低めに検出される場合を示し、（b）はグループ 2 の電流検出回路 44 において実電流に対して駆動電流が高めに検出される場合

を示している。つまり、図6（a）では検出ゲインが低く、図6（b）では検出ゲインが高いものとなっている。

[0036] 図6（a）において、駆動グループ1では、電流検出回路44の検出ずれが生じておらず、検出電流と実電流とは共に実線で示すように推移する。この場合、検出電流が目標ピーク値 I_p に到達するまでに要した到達時間が「 T_{p1} 」として取得される。一方、駆動グループ2では、電流検出回路44の検出ずれに起因して、実電流（破線）に対して検出電流（一点鎖線）のずれ、すなわち低電流側のずれが生じており、検出電流が目標ピーク値 I_p に到達するまでに要した到達時間が「 T_{p2} 」として取得される。このとき、駆動グループ2の到達時間 T_{p2} が、駆動グループ1の到達時間 T_{p1} よりも長引いていることから、駆動グループ2の実電流が目標ピーク値 I_p よりも高電流値になっている。

[0037] 各駆動グループでは、いずれも燃料噴射弁30の検出電流が目標ピーク値 I_p に到達したタイミングで印加電圧の切替（V1印加停止）が実施されたとしても、実際には電圧切替のタイミングが各駆動グループで異なり、結果として燃料噴射量の差異が生じることが考えられる。つまり、駆動グループ2では、駆動グループ1に比べて昇圧駆動期間における昇圧エネルギーが大きくなり、ニードルリフト動作が大きくなることから、燃料噴射量が過多になることが考えられる。

[0038] また、図6（b）において、駆動グループ1では、図6（a）と同様に、電流検出回路44の検出ずれが生じておらず、検出電流と実電流とは共に実線で示すように推移する。この場合、検出電流が目標ピーク値 I_p に到達するまでに要した到達時間が「 T_{p1} 」として取得される。一方、駆動グループ2では、電流検出回路44の検出ずれに起因して、実電流（破線）に対して検出電流（一点鎖線）のずれ、すなわち高電流側のずれが生じており、検出電流が目標ピーク値 I_p に到達するまでに要した到達時間が「 T_{p2} 」として取得される。このとき、駆動グループ2の到達時間 T_{p2} が、駆動グループ1の到達時間 T_{p1} よりも短縮されていることから、駆動グループ2の

実電流が目標ピーク値 I_p よりも低電流値になっている。

[0039] 各駆動グループでは、いずれも燃料噴射弁 30 の駆動電流が目標ピーク値 I_p に到達したタイミングで印加電圧の切替 (V_1 印加停止) が実施されたとしても、実際には電圧切替のタイミングが各駆動グループで異なり、図 6 (a) と同様に、結果として燃料噴射量の差異が生じることが考えられる。つまり、駆動グループ 2 では、駆動グループ 1 に比べて昇圧駆動期間における昇圧エネルギーが小さくなり、ニードルリフト動作が小さくなることから、燃料噴射量が過少になることが考えられる。

[0040] なお、図 6 には、駆動グループ 1, 2 の各電流検出回路 44 のうち駆動グループ 2 の電流検出回路 44 にのみ検出ずれが生じている場合を例示したが、いずれの電流検出回路 44 にも検出ずれが生じている場合においてさらに検出ずれの程度が相違していれば、上記同様にピークずれが生じると考えられる。

[0041] また、上記のような検出ずれが生じていると、それに起因して開弁維持期間での駆動電流のずれが生じる。そしてこれにより、開弁維持期間での燃料噴射弁 30 の駆動状態 (例えばニードルリフト量) に影響が及ぶことが懸念される。

[0042] そこで本実施形態では、マイコン 41 は、各駆動グループ 1, 2 の電流検出回路 44 によるそれぞれの検出電流に基づいて、燃料噴射弁 30 による燃料噴射ごとの所定の基準タイミングから検出電流が所定電流値に到達するまでの時間である到達時間を計測し、電流検出回路 44 ごとの到達時間の差に基づいて、各駆動グループ 1, 2 のいずれかについて電流補正を実施する。本実施形態では、電流検出回路 44 ごとの到達時間が「電流変化パラメータ」に相当する。また、マイコン 41 が「取得部」、「電流補正部」に相当する。

[0043] より具体的には、マイコン 41 は、噴射パルスのオン後においてプレチャージが完了して高電圧 V_2 の印加が開始されるタイミング (図 5 の t_1) を基準タイミングとし、その基準タイミングから検出電流が目標ピーク値 I_p

に到達するまでの時間をピーク電流到達時間 T_p として計測する。また、マイコン 41 は、各駆動グループ 1, 2 のピーク電流到達時間 T_p の差分 ΔT_p が所定以上である場合に、各駆動グループ 1, 2 のピーク電流到達時間 T_p が揃うように目標ピーク値 I_p の補正を実施する。この場合、各駆動グループ 1, 2 では、相互の検出ばらつきに応じて、互いに相違する目標ピーク値 I_p が設定されることとなる。

[0044] なお、噴射パルスのオン後においてプレチャージが完了して高電圧 V_2 の印加が開始されるタイミングに代えて、プレチャージが完了した後に高電圧 V_2 の印加が行われている期間（図 5 の $t_1 \sim t_2$ ）内のタイミングを基準タイミングとして、ピーク電流到達時間 T_p を計測することも可能である。また、各駆動グループ 1, 2 のピーク電流到達時間 T_p については、その各 T_p が所定の範囲内に収まるようにすることで、 T_p を揃えるようにするとよい。

[0045] 図 7 は、目標電流補正の処理手順を示すフローチャートであり、本処理はマイコン 41 により所定周期で繰り返し実施される。なお本実施形態では、目標電流値の補正として、目標ピーク値 I_p 及び目標ホールド値 I_h の補正を実施することとしている。

[0046] 図 7 において、ステップ S11 では、補正ロジックの実施条件が成立しているか否かを判定する。この実施条件には、エンジン 11 や車両が定常状態で運転されていることが含まれ、具体的には、エンジン回転速度、エンジン水温、負荷、車速等の各パラメータの変動が所定以下であることが含まれる。また本実施形態では、エンジン運転状態が定常状態であること、アイドル状態でない所定状態であること（すなわち、燃料噴射弁 30 の 1 駆動の燃料噴射量が所定未満の微少噴射状態でないこと）が実施条件に含まれる。

[0047] その後、ステップ S12 では、各駆動グループ 1, 2 におけるピーク電流到達時間 T_{p1} , T_{p2} を取得する。 T_{p1} , T_{p2} は、各駆動グループ 1, 2 での燃料噴射弁 30 の駆動時にそれぞれ取得される。このステップ S12 では、取得したピーク電流到達時間 T_{p1} , T_{p2} について、各電流検出

回路 4 4 の温度に基づく温度補正が実施されるとよい。つまり、マイコン 4 1 は、各電流検出回路 4 4 の温度センサ 4 7 による検出温度に基づいて各電流検出回路 4 4 の温度差を取得し、その温度差に基づいて、ピーク電流到達時間 T_{p1} 、 T_{p2} を補正する。このとき、駆動グループ 1、2 のいずれかを基準温度とし、温度差に基づいてピーク電流到達時間を増側又は減側に補正する。

[0048] 続くステップ S 1 3 では、各駆動グループ 1、2 のピーク電流到達時間を、所定サンプリング回数 n の平均値として算出する。例えば $n = 20$ である。

[0049] その後、ステップ S 1 4 では、目標到達時間 T_{ptg} を算出する。このとき、各駆動グループ 1、2 の到達時間 T_{p1} 、 T_{p2} のうち大きい方を目標到達時間 T_{ptg} とする。ただし、これ以外に、各駆動グループ 1、2 の到達時間 T_{p1} 、 T_{p2} のうち小さい方を目標到達時間 T_{ptg} とすることも可能である。

[0050] なお、到達時間 T_{p1} 、 T_{p2} が大きいことは、検出電流の時間当たりの変化量が小さいことを意味し、到達時間 T_{p1} 、 T_{p2} の大きい方を目標到達時間 T_{ptg} とすることは、検出電流の時間当たりの変化量が小さい方を、到達時間（電流制御）の基準とすることを意味する。この場合、検出電流の時間当たりの変化量大きい駆動系統（到達時間の小さい駆動系統）について、当該変化量が小さい駆動系統（到達時間の大きい駆動系統）に合わせて到達時間が制御されることとなる。

[0051] また逆に、到達時間 T_{p1} 、 T_{p2} が小さいことは、検出電流の時間当たりの変化量大きいことを意味し、到達時間 T_{p1} 、 T_{p2} の小さい方を目標到達時間 T_{ptg} とすることは、検出電流の時間当たりの変化量大きい方を、到達時間（電流制御）の基準とすることを意味する。この場合、検出電流の時間当たりの変化量が小さい駆動系統（到達時間の大きい駆動系統）について、当該変化量大きい駆動系統（到達時間の小さい駆動系統）に合わせて到達時間が制御されることとなる。

[0052] その後、ステップS 1 5では、各駆動グループ1, 2の到達時間 T_{p1} , T_{p2} のうち補正対象となる方と、目標到達時間 T_{ptg} との差分 ΔT_p を算出する。このとき、上記ステップS 1 4において、例えば到達時間 T_{p1} , T_{p2} の大きい方の値を目標到達時間 T_{ptg} とする場合には、補正対象である小さい方の到達時間と目標到達時間 T_{ptg} との差を ΔT_p として算出する。

[0053] その後、ステップS 1 6では、差分 ΔT_p が所定の閾値 T_H よりも大きいか否かを判定する。そして、 $\Delta T_p > T_H$ であれば、ステップS 1 7に進み、目標電流の補正を実施する。このとき、駆動グループ1, 2のうち補正対象となるグループについて、昇圧駆動期間における目標ピーク値 I_p の補正を実施する。具体的には、図8の関係を用い、差分 ΔT_p に基づいて電流補正值 ΔI_p を算出する。図8の関係によれば、差分 ΔT_p が大きいほど、電流補正值 ΔI_p として大きい値が算出される。そして、各駆動グループ1, 2の目標ピーク値 I_{p1} , I_{p2} のうち補正を要する方を電流補正值 ΔI_p により補正する ($I_{px} = I_{px} + \Delta I_p$)。これにより、各駆動グループ1, 2のピーク電流到達時間 T_p が揃うように目標ピーク値 I_p が補正され、 $I_{p1} \neq I_{p2}$ となる。

[0054] ステップS 1 7では、昇圧駆動期間における目標ピーク値 I_p の補正に加えて、開弁維持期間における目標ホールド値 I_h の補正を実施する。この場合、目標ホールド値 I_h は、目標ピーク値 I_p に比べて低い電流値であり、各駆動グループ1, 2における目標ピーク値 I_{p1} , I_{p2} の比率（すなわち I_{p1} , I_{p2} のずれ）に基づいて、目標ピーク値 I_p の補正が行われたのと同じ駆動グループの目標ホールド値 I_h が補正される。例えば、駆動グループ2の目標ホールド値 I_{h2} を、駆動グループ1の目標ホールド値 I_{h1} を基準に補正する場合、

$$I_{h2} = I_{h1} \times (I_{p2} / I_{p1})$$

により、目標ホールド値 I_{h2} を補正する。なお、開弁維持期間において目標ホールド値 I_h が複数段階で定められている場合には、その各々について

目標ホールド値を補正する。

[0055] 目標電流の補正が行われた後には、ステップS 1 2に戻る。そして、ステップS 1 6がNOになるまで、ステップS 1 2～S 1 7を繰り返し実施する。

[0056] また、ステップS 1 6において $\Delta T_p \leq T_H$ であると判定されると、ステップS 1 8に進む。ステップS 1 8では、今回の補正処理で電流補正が行われていれば、その補正結果を保存する。すなわち、補正後の目標ピーク値 I_p 、目標ホールド値 I_h をバックアップ用のメモリ（EEPROM等）に保存する。補正後の I_p 、 I_h は学習値として保持され、燃料噴射弁30の駆動時に適宜読み出されて用いられる。

[0057] 図9及び図10は、目標電流の補正処理をより具体的に説明するためのタイムチャートである。ここでは特に、各駆動グループ1, 2における目標ピーク値 I_p の補正処理について説明する。図9では、駆動グループ1, 2のうち駆動グループ1の方が到達時間が大きく、その駆動グループ1の到達時間 T_{p1} を基準として、駆動グループ2の到達時間 T_{p2} が調整される。また、図10では、駆動グループ1の方が到達時間が小さく、その駆動グループ1の到達時間 T_{p1} を基準として、駆動グループ2の到達時間 T_{p2} が調整される。

[0058] 図9において、まず時刻 t_{11} 以前において、各駆動グループ1, 2では、検出電流が目標ピーク値 I_p に到達するのに要する到達時間 T_{p1} 、 T_{p2} が求められる。この場合、各駆動グループ1, 2で到達時間が相違しており、駆動グループ1の到達時間 T_{p1} が、駆動グループ2の到達時間 T_{p2} よりも大きくなっている。そのため、時刻 t_{11} 以降、到達時間が大きい方の駆動グループ1を基準として、駆動グループ2の到達時間 T_{p2} の調整（この場合は延長）が行われる。

[0059] 時刻 t_{11} では、駆動グループ1の到達時間 T_{p1} （ T_{ptg} に相当）から駆動グループ2の到達時間 T_{p2} を減算して差分 ΔT_p が算出され、その差分 ΔT_p に基づいて電流補正值 ΔI_p が算出される。そして、駆動グルー

プ2の目標ピーク値 I_{p2} が電流補正值 ΔI_p により補正される。

[0060] その後、時刻 $t_{11} \sim t_{12}$ では、補正をしていない駆動グループ1の目標ピーク値 I_{p1} と、補正をした駆動グループ2の目標ピーク値 I_{p2} とを用いて、再び各駆動グループ1, 2の到達時間 T_{p1} , T_{p2} が求められる。そして、時刻 t_{12} では、再び到達時間の差分 ΔT_p に基づいて電流補正值 ΔI_p が算出されるとともに、その電流補正值 ΔI_p により駆動グループ2の目標ピーク値 I_{p2} が補正される。こうした目標ピーク値 I_{p2} の補正は、差分 ΔT_p が閾値 T_H よりも大きいことを条件に繰り返し実施される。時刻 t_{11} , t_{12} 等では、差分 ΔT_p が徐々に小さくなるのに合わせて電流補正值 ΔI_p が徐々に小さい値とされる。

[0061] その後、時刻 t_{13} では、差分 ΔT_p が閾値 T_H 以下であることが判定され、目標ピーク値 I_{p2} の補正が終了される。この時刻 t_{13} では、各駆動グループ1, 2の実ピーク電流が略同じになっており、これにより気筒間の燃料噴射量のばらつきが解消される。

[0062] また、図10において、まず時刻 t_{21} 以前において、駆動グループ1の到達時間 T_{p1} が、駆動グループ2の到達時間 T_{p2} よりも小さくなっている。そのため、時刻 t_{21} 以降、到達時間が小さい方の駆動グループ1を基準として、駆動グループ2の到達時間 T_{p2} の調整（この場合は短縮）が行われる。

[0063] 時刻 t_{21} では、駆動グループ1の到達時間 T_{p1} (T_{ptg} に相当) から駆動グループ2の到達時間 T_{p2} を減算して差分 ΔT_p が算出され、その差分 ΔT_p に基づいて電流補正值 ΔI_p が算出される。そして、駆動グループ2の目標ピーク値 I_{p2} が電流補正值 ΔI_p により補正される。

[0064] その後、時刻 $t_{21} \sim t_{22}$ では、補正をしていない駆動グループ1の目標ピーク値 I_{p1} と、補正をした駆動グループ2の目標ピーク値 I_{p2} とを用いて、再び各駆動グループ1, 2の到達時間 T_{p1} , T_{p2} が求められる。そして、時刻 t_{22} では、再び到達時間の差分 ΔT_p に基づいて電流補正值 ΔI_p が算出されるとともに、その電流補正值 ΔI_p により駆動グループ

2の目標ピーク値 I_{p2} が補正される。こうした目標ピーク値 I_{p2} の補正は、差分 ΔT_p が閾値 T_H よりも大きいことを条件に繰り返し実施される。時刻 t_{21} 、 t_{22} 等では、差分 ΔT_p が徐々に小さくなるのに合わせて電流補正值 ΔI_p が徐々に小さい値とされる。

[0065] その後、時刻 t_{23} では、差分 ΔT_p が閾値 T_H 以下であることが判定され、目標ピーク値 I_{p2} の補正が終了される。この時刻 t_{23} では、各駆動グループ1、2の実ピーク電流が略同じになっており、これにより気筒間での燃料噴射量のばらつきが解消される。

[0066] 図11は、目標ピーク値 I_p の補正についての補足説明図である。図11では、駆動グループ2の電流検出回路44において駆動電流が実電流に対して高めに検出される場合に、駆動グループ1の目標ピーク値 I_{p1} を基準として、駆動グループ2の目標ピーク値 I_{p2} の調整が行われる事例を示している。これは、検出電流の時間当たりの変化量が大きい駆動系統（到達時間の小さい駆動系統）について、当該変化量が小さい駆動系統（到達時間の大きい駆動系統）に合わせて到達時間が制御されることを意味する。なお、図11(a)は、図6(b)と同じ状況を示すものとなっている。

[0067] 図11(a)では、上述したとおり駆動グループ2において、電流検出回路44の検出ずれに起因して、検出電流の高電流側のずれが生じており、駆動グループ1のピーク電流到達時間 T_{p1} に対して、駆動グループ2のピーク電流到達時間 T_{p2} が短い時間となっている。

[0068] かかる場合に、上記補正処理によれば、図11(b)に示すように、ピーク電流到達時間の差分 ΔT_p に基づき駆動グループ2の目標ピーク値 I_{p2} が増加側に補正される。これにより、各駆動グループ1、2の到達時間 T_{p1} 、 T_{p2} が略一致し、このとき、各駆動グループ1、2の実ピーク電流が略一致する。図11(b)では、駆動グループ2の検出電流が目標ピーク値 I_p に到達するタイミングがA1からA2にシフトされている。したがって、各駆動グループ1、2において高電圧V2から低電圧V1の切替のタイミング、すなわち燃料噴射弁30の昇圧駆動から開弁維持駆動への切替のタイ

ミングを合わせることができる。特にパーシャルリフト噴射を実施する場合には、パーシャルリフト状態でのニードルリフト量を各気筒で合わせ込むことができる。

[0069] 図12は、図11と同様に、目標ピーク値 I_p の補正についての補足説明図である。ただし図12では、図11とは異なり駆動グループ2の電流検出回路44において駆動電流が実電流に対して低めに検出される場合に、駆動グループ1の目標ピーク値 I_{p1} を基準として、駆動グループ2の目標ピーク値 I_{p2} の調整が行われる事例を示している。これは、検出電流の時間当たりの変化量が小さい駆動系統（到達時間の大きい駆動系統）について、当該変化量が大きい駆動系統（到達時間の小さい駆動系統）に合わせて到達時間が制御されることを意味する。なお、図12(a)は、図6(a)と同じ状況を示すものとなっている。

[0070] 図12(a)では、駆動グループ1のピーク電流到達時間 T_{p1} に対して、駆動グループ2のピーク電流到達時間 T_{p2} が長い時間となっている。そして、図12(b)に示すように、上記補正処理により駆動グループ2の目標ピーク値 I_{p2} が減少側に補正されることにより、各駆動グループ1, 2の到達時間 T_{p1} , T_{p2} が略一致するとともに、各駆動グループ1, 2の実ピーク電流が略一致する。この図12(b)でも上記同様、各駆動グループ1, 2において高電圧 V_2 から低電圧 V_1 の切替のタイミング、すなわち燃料噴射弁30の昇圧駆動から開弁維持駆動への切替のタイミングを合わせることができる。

[0071] 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。

[0072] 複数の燃料噴射弁30を複数の駆動グループ（複数の駆動系統）に振り分け、グループごとに電流検出回路44を備える燃料噴射システムにおいて、各電流検出回路44によるそれぞれの検出電流に基づいてピーク電流到達時間 T_p を計測し、電流検出回路44ごとの到達時間 T_p の差に基づいて、各駆動グループのいずれかについて電流補正を実施する構成とした。かかる場合、仮にいずれかの電流検出回路44に特性ばらつきが生じていると、各燃

料噴射弁 30 の噴射指令が同一であっても、各駆動グループ 1, 2 でピーク電流到達時間 T_p が相違することになるが、その到達時間 T_p の差に基づいて電流補正が実施されることで、各燃料噴射弁 30 における駆動状態を近づけることができる。その結果、燃料噴射弁 30 の駆動の適正化を図り、ひいては燃料噴射量を適正に制御することができる。

[0073] 各駆動グループ 1, 2 について各々のピーク電流到達時間 T_{p1} , T_{p2} が揃うようにして目標電流の補正を実施する構成とした。この場合、各駆動グループ 1, 2 の到達時間 T_{p1} , T_{p2} が揃うことで、各燃料噴射弁 30 の駆動プロファイルの合わせ込みが可能となる。これにより、各燃料噴射弁 30 燃料噴射量のばらつきを抑制できる。

[0074] いずれかの電流検出回路 44 において特性ばらつきが生じていると、検出電流が目標電流値に到達した旨が判定されたとしても、実際の駆動電流が目標電流値から乖離していることが考えられる。この点、駆動グループ 1, 2 の少なくともいずれかにおける目標電流値を補正する構成にしたため、駆動グループ 1, 2 ごとに目標電流値が定められ、その目標電流値と検出電流との比較が行われる。この場合、各駆動グループ 1, 2 において、実際の駆動電流が目標電流値に到達するタイミングを合わせ込むことができ、やはり燃料噴射量のばらつきが抑制される。

[0075] 具体的には、いずれかの電流検出回路 44 において特性ばらつきが生じていると、検出電流が目標ピーク値 I_p に到達した旨が判定されたとしても、実ピーク電流が目標ピーク値 I_p から乖離していることが考えられる。この点、駆動グループ 1, 2 の少なくともいずれかにおける目標ピーク値 I_p を補正する構成にしたため、駆動グループ 1, 2 ごとに目標ピーク値 I_p がそれぞれ定められ、その目標ピーク値 I_p と検出電流との比較が行われる。この場合、各駆動グループ 1, 2 において、実際の駆動電流が目標ピーク値 I_p に到達するタイミングを合わせ込むことができ、やはり燃料噴射量のばらつきが抑制される。駆動グループ 1, 2 ごとに目標ピーク値 I_p を設定する構成によれば、各燃料噴射弁 30 の開弁応答性を合わせ込むことが可能とな

り、それに伴い燃料噴射量のばらつき抑制に貢献できる。

[0076] 目標ピーク値 I_p の補正に加えて、目標ホールド値 I_h の補正を実施する構成にしたため、各燃料噴射弁 30 の開弁応答性と弁体リフト量を合わせ込むことが可能となり、ひいては燃料噴射量のばらつき抑制に貢献できる。

[0077] いずれかの電流検出回路 44 において特性ばらつきが生じている場合には、燃料噴射弁 30 の昇圧駆動期間、開弁維持期間のいずれにおいても同様の増減傾向でグループ間のばらつきが生じる。この点、各駆動グループ 1, 2 のいずれかの目標ピーク値 I_{p1} , I_{p2} が補正された場合に、各駆動グループ 1, 2 の目標ピーク値 I_{p1} , I_{p2} に基づいて、目標ピーク値の補正が行われたのと同じ駆動グループの目標ホールド値 I_h を補正する構成にしたため、目標ピーク値の補正を好適に実施でき、ひいては各燃料噴射弁 30 の駆動状態を適正に合わせ込むことができる。

[0078] 各駆動グループ 1, 2 の到達時間 T_{p1} , T_{p2} に差がある場合に、到達時間 T_{p1} , T_{p2} の小さい方（検出電流の時間当たりの変化量大きい方）について、到達時間 T_{p1} , T_{p2} の大きい方（検出電流の時間当たりの変化量が小さい方）に合わせて電流制御を実施する構成とした（図 9, 図 11 参照）。これにより、通電電流の過剰削減を抑制しつつ各燃料噴射弁 30 を駆動させることができる。つまり、到達時間 T_{p1} , T_{p2} の小さい方（検出電流の時間当たりの変化量大きい方）を補正対象にすることで、検出誤差がいずれの駆動グループ（駆動系統）で生じていたとしても、各燃料噴射弁 30 の通電電流が過小になることが抑制できる。したがって、システムの安定化を図ることができ、燃料噴射弁 30 の安定動作を保証できる。

[0079] なお、上記とは異なり到達時間 T_{p1} , T_{p2} の大きい方（検出電流の時間当たりの変化量が小さい方）について、到達時間 T_{p1} , T_{p2} の小さい方（検出電流の時間当たりの変化量大きい方）に合わせて電流制御を実施する場合（図 10, 図 12 参照）には、燃料噴射弁 30 の駆動に要するエネルギーの削減を図ることができる。この場合、燃料噴射弁 30 の正常駆動が確認されている状況下であれば、動作保証を行いつつ省エネルギー化の実現が可

能となる。

[0080] いずれかの電流検出回路44において特性ばらつきが生じていると、その差は、通電状態の時間長さが長いほど顕著となる。この点、基準タイミングから検出電流が目標ピーク値 I_p に到達するまでの時間を到達時間として計測する構成にしたため、閾値電流を目標ピーク値 I_p よりも低電流側に定める構成に比べて、電流検出回路44の特性ばらつきの差を正確に把握することができる。

[0081] いずれかの電流検出回路44において特性ばらつきが生じていると、プレチャージ終了時点の駆動電流が各駆動グループ1, 2で相違し、結果として各駆動グループ1, 2でプレチャージ終了タイミングが相違することがあると考えられる。この点、プレチャージが完了して高電圧 V_2 の印加が開始されるタイミング（広くは、高電圧 V_2 の印加が行われる期間内のタイミング）を基準タイミングとしてピーク電流到達時間 T_{p1} , T_{p2} を計測する構成にしたため、各駆動グループ1, 2におけるプレチャージ終了タイミングのばらつきの影響を受けることなく、適正に目標電流の補正を実施できる。

[0082] 各電流検出回路44において温度差が生じていると、その影響でピーク電流到達時間 T_{p1} , T_{p2} の計測の精度が低下することが懸念される。この点、各駆動グループ1, 2における電流検出回路44の温度差を取得し、その温度差に基づいて、ピーク電流到達時間 T_{p1} , T_{p2} を補正する構成にしたため、各電流検出回路44の温度差による悪影響を抑制できる。

[0083] 燃料噴射弁30の1駆動による燃料噴射量が所定以上であり、微少噴射状態でないことを条件に、各駆動グループ1, 2のピーク電流到達時間 T_{p1} , T_{p2} を計測する構成とした。これにより、各駆動グループ1, 2のピーク電流到達時間 T_{p1} , T_{p2} を計測する際には、各燃料噴射弁30の駆動電流が確実に目標ピーク値 I_p に到達することになる。そのため、ピーク電流到達時間 T_{p1} , T_{p2} を正確に把握でき、ひいては電流補正の精度向上が可能となる。

[0084] （第2実施形態）

以下、第2実施形態について、第1実施形態との相違点を中心に説明する。本実施形態では、電流変化パラメータとして、複数の駆動グループ1, 2において燃料噴射弁30による燃料噴射ごとの所定の基準タイミングから所定時間が経過した際の検出電流である到達電流を取得するとともに、駆動グループ1, 2ごとの到達電流の差に基づいて電流補正を実施することとしている。

[0085] 図13は、各電流検出回路44での特性ばらつきを示す図であり、ここでは駆動グループ2の電流検出回路44にのみ低電流側への検出ずれが生じている場合を例示している。図13において、実線は、駆動グループ1の電流検出回路44の検出電流を示しており、これは燃料噴射弁30に実際に流れる駆動電流（実電流）に一致している。また、一点鎖線は、駆動グループ2の電流検出回路44の検出電流を示し、破線は、駆動グループ2の燃料噴射弁30に流れる実電流を示している。

[0086] 図13において、駆動グループ1, 2では、検出電流の時間当たりの変化量が互いに相違しており、例えば通電開始から所定時間が経過したタイミング t_a での到達電流 I_{a1} , I_{a2} が相違している（ $I_{a1} > I_{a2}$ ）。なお、所定時間は、ピーク電流に到達する以前の時間として定められているとよい。そして、こうした状況下において、駆動グループごとの到達電流 I_{a1} , I_{a2} の差に基づいて電流補正が実施される。

[0087] 図14は、マイコン41による目標電流補正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7に置き換えて実施される。図14において、図7と同じステップについてはその旨を述べ、説明を適宜簡略する。

[0088] 図14において、ステップS21では、補正ロジックの実施条件が成立しているか否かを判定する（図7のステップS11に同じ）。ステップS21がYESの場合、ステップS22では、各駆動グループ1, 2において通電開始後において所定時間が経過した時点の到達電流 I_{a1} , I_{a2} を取得する。 I_{a1} , I_{a2} は、各駆動グループ1, 2での燃料噴射弁30の駆動時にそれぞれ取得される。このステップS22では、取得した到達電流 I_{a1}

、 I_{a2} について、各電流検出回路44の温度に基づく温度補正が実施されるとよい（図7のステップS12に同じ）。

[0089] 続くステップS23では、各駆動グループ1, 2の到達電流 I_{a1} , I_{a2} を、所定サンプリング回数 n の平均値として算出する。例えば $n=20$ である。その後、ステップS24では、各駆動グループ1, 2における到達電流 I_{a1} , I_{a2} の差の絶対値 ΔI_a を算出する。

[0090] 続くステップS25では、到達電流 I_{a1} , I_{a2} の大小に基づいて、補正対象となる駆動グループを選定する。このとき、各駆動グループ1, 2のうち到達電流 I_{a1} , I_{a2} の大きい方を補正対象とする。ただし、これ以外に、各駆動グループ1, 2のうち到達電流 I_{a1} , I_{a2} の小さい方を補正対象とすることも可能である。

[0091] その後、ステップS26では、 ΔI_a が所定の閾値 $TH2$ よりも大きいかな否かを判定する。そして、 $\Delta I_a > TH2$ であれば、ステップS27に進み、目標電流の補正を実施する。このとき、駆動グループ1, 2のうち補正対象となるグループについて、昇圧駆動期間における目標ピーク値 I_p の補正を実施する。具体的には、図15の関係を用い、 ΔI_a に基づいて電流補正值 ΔI_p を算出する。図15の関係によれば、 ΔI_a が大きいほど、電流補正值 ΔI_p として大きい値が算出される。そして、各駆動グループ1, 2の目標ピーク値 I_{p1} , I_{p2} のうち補正を要する方を電流補正值 ΔI_p により補正する（ $I_{px} = I_{px} + \Delta I_p$ ）。これにより、各駆動グループ1, 2のピーク電流到達時間 T_p が揃うように目標ピーク値 I_p が補正される。

[0092] ステップS27では、昇圧駆動期間における目標ピーク値 I_p の補正に加えて、開弁維持期間における目標ホールド値 I_h の補正を実施する。ただし詳細は、図7のステップS17に準ずる。目標電流の補正が行われた後には、ステップS22に戻る。そして、ステップS26がNOになるまで、ステップS22～S27を繰り返し実施する。

[0093] また、ステップS26において $\Delta I_a \leq TH2$ であると判定されると、ステップS28に進む。ステップS28では、今回の補正処理で電流補正が行

われていれば、その補正結果を保存する（図 7 のステップ S 1 8 と同様）。

[0094] 以上本実施形態において、上記第 1 実施形態と同様に、燃料噴射弁 3 0 の駆動の適正化を図り、ひいては燃料噴射量を適正に制御することができる。

[0095] （第 3 実施形態）

以下、第 3 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に説明する。本実施形態では、電流変化パラメータとして、複数の駆動グループ 1, 2 において燃料噴射弁 3 0 による燃料噴射ごとの所定の基準タイミングから所定区間が経過するまでの検出電流を積算した電流積算値を取得するとともに、駆動グループ 1, 2 ごとの電流積算値の差に基づいて電流補正を実施することとしている。

[0096] 図 1 6 は、各電流検出回路 4 4 での特性ばらつきを示す図であり、ここでは駆動グループ 2 の電流検出回路 4 4 にのみ低電流側への検出ずれが生じている場合を例示している。図 1 6 において、実線は、駆動グループ 1 の電流検出回路 4 4 の検出電流を示しており、これは燃料噴射弁 3 0 に実際に流れる駆動電流（実電流）に一致している。また、一点鎖線は、駆動グループ 2 の電流検出回路 4 4 の検出電流を示し、破線は、駆動グループ 2 の燃料噴射弁 3 0 に流れる実電流を示している。

[0097] 図 1 6 において、駆動グループ 1, 2 では、検出電流の時間当たりの変化量が互いに相違しており、例えば通電開始から通電終了するまでの検出電流を積算した電流積算値 $\Sigma 1$, $\Sigma 2$ が相違している ($\Sigma 1 < \Sigma 2$)。ただし、検出電流を積算する積算区間（所定区間）は、上記以外に、通電開始から検出電流がピーク値（所定電流値）に達するまでの区間等としてよい。そして、こうした状況下において、駆動グループごとの電流積算値 $\Sigma 1$, $\Sigma 2$ の差に基づいて電流補正が実施される。

[0098] 図 1 7 は、マイコン 4 1 による目標電流補正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 7 に置き換えて実施される。図 1 7 において、図 7 と同じステップについてはその旨を述べ、説明を適宜簡略する。

[0099] 図 1 7 において、ステップ S 3 1 では、補正ロジックの実施条件が成立し

ているか否かを判定する（図 7 のステップ S 1 1 に同じ）。ステップ S 3 1 が Y E S の場合、ステップ S 3 2 では、各駆動グループ 1, 2 において電流積算値 $\Sigma I 1$, $\Sigma I 2$ を取得する。 $\Sigma I 1$, $\Sigma I 2$ は、各駆動グループ 1, 2 での燃料噴射弁 3 0 の駆動時にそれぞれ取得される。このステップ S 3 2 では、取得した電流積算値 $\Sigma I 1$, $\Sigma I 2$ について、各電流検出回路 4 4 の温度に基づく温度補正が実施されるとよい（図 7 のステップ S 1 2 に同じ）。

[0100] 続くステップ S 3 3 では、各駆動グループ 1, 2 の電流積算値 $\Sigma I 1$, $\Sigma I 2$ を、所定サンプリング回数 n の平均値として算出する。例えば $n = 20$ である。その後、ステップ S 3 4 では、各駆動グループ 1, 2 における電流積算値 $\Sigma I 1$, $\Sigma I 2$ の差の絶対値 $\Delta \Sigma I$ を算出する。

[0101] 続くステップ S 3 5 では、電流積算値 $\Sigma I 1$, $\Sigma I 2$ の大小に基づいて、補正対象となる駆動グループを選定する。このとき、各駆動グループ 1, 2 のうち電流積算値 $\Sigma I 1$, $\Sigma I 2$ の大きい方を補正対象とする。ただし、これ以外に、各駆動グループ 1, 2 のうち電流積算値 $\Sigma I 1$, $\Sigma I 2$ の小さい方を補正対象とすることも可能である。

[0102] その後、ステップ S 3 6 では、 $\Delta \Sigma I$ が所定の閾値 $TH 3$ よりも大きいかな否かを判定する。そして、 $\Delta \Sigma I > TH 3$ であれば、ステップ S 3 7 に進み、目標電流の補正を実施する。このとき、駆動グループ 1, 2 のうち補正対象となるグループについて、昇圧駆動期間における目標ピーク値 $I p$ の補正を実施する。具体的には、図 1 8 の関係を用い、 $\Delta \Sigma I$ に基づいて電流補正值 $\Delta I p$ を算出する。図 1 8 の関係によれば、 $\Delta \Sigma I$ が大きいほど、電流補正值 $\Delta I p$ として大きい値が算出される。そして、各駆動グループ 1, 2 の目標ピーク値 $I p 1$, $I p 2$ のうち補正を要する方を電流補正值 $\Delta I p$ により補正する ($I p x = I p x + \Delta I p$)。これにより、各駆動グループ 1, 2 のピーク電流到達時間 $T p$ が揃うように目標ピーク値 $I p$ が補正される。

[0103] ステップ S 3 7 では、昇圧駆動期間における目標ピーク値 $I p$ の補正に加えて、開弁維持期間における目標ホールド値 $I h$ の補正を実施する。ただし

詳細は、図 7 のステップ S 1 7 に準ずる。目標電流の補正が行われた後には、ステップ S 3 2 に戻る。そして、ステップ S 3 6 が NO になるまで、ステップ S 3 2 ～ S 3 7 を繰り返し実施する。

[0104] また、ステップ S 3 6 において $\Delta \Sigma I \leq TH3$ であると判定されると、ステップ S 3 8 に進む。ステップ S 3 8 では、今回の補正処理で電流補正が行われていれば、その補正結果を保存する（図 7 のステップ S 1 8 と同様）。

[0105] 以上本実施形態において、上記第 1 実施形態と同様に、燃料噴射弁 3 0 の駆動の適正化を図り、ひいては燃料噴射量を適正に制御することができる。

[0106] （他の実施形態）

上記実施形態を例えば次のように変更してもよい。

[0107] ・上記第 1 実施形態では、プレチャージが完了して高電圧 V 2 の印加が開始されるタイミングを基準タイミングとしてピーク電流到達時間 T_p を計測する構成としたが、これを変更してもよい。例えば、噴射パルスのオン時、すなわち燃料噴射弁 3 0 に対する通電開始時を基準タイミングとしてピーク電流到達時間 T_p を計測する構成としてもよい。

[0108] また、基準タイミングから検出電流が目標ピーク値 I_p に到達するまでのピーク電流到達時間 T_p を計測することに代えて、基準タイミングから検出電流が目標ピーク値 I_p よりも低電流側の所定電流値に到達するまでの到達時間を計測するようにしてもよい。

[0109] ・上記第 1 実施形態では、各駆動グループ 1, 2 のピーク電流到達時間 T_{p1} , T_{p2} のうち長い方の到達時間（又は短い方の到達時間）を目標到達時間として、各到達時間の差分 ΔT_p に基づいて目標ピーク値 I_p の補正を行う構成としたが、これを変更してもよい。例えば、各駆動グループ 1, 2 のピーク電流到達時間 T_{p1} , T_{p2} の平均値を目標到達時間として、各到達時間の差分 ΔT_p に基づいて目標ピーク値 I_p の補正を行うとよい。また、目標駆動時間を予め定められた所定値としてもよい。いずれにしても、各駆動グループ 1, 2 の到達時間 T_{p1} , T_{p2} が揃うように目標ピーク値 I_p の補正を実施するとよい。

- [0110] 各駆動グループ 1, 2 のピーク電流到達時間 T_{p1} , T_{p2} の平均値を目標到達時間として、各到達時間の差分 ΔT_p に基づいて目標ピーク値 I_p の補正を行う場合には、各駆動グループ 1, 2 の目標ピーク値 I_{p1} , I_{p2} がいずれも補正される。この場合、各駆動グループ 1, 2 のうち一方のグループの目標ピーク値 I_p が増加側に、他方のグループの目標ピーク値 I_p が減少側にそれぞれ補正される。
- [0111] ・上記各実施形態では、駆動系統ごとの電流変化パラメータ（到達時間、到達電流、電流積算値）の差に基づいて電流補正を実施する構成としたが、これ変更してもよい。要するに、駆動系統ごとの電流変化パラメータ（到達時間、到達電流、電流積算値）を比較し、その結果に基づいて電流補正を実施する構成であればよく、例えば、駆動系とごとの電流変化パラメータの比に基づいて電流補正を実施してもよい。
- [0112] ・上記各実施形態において、目標電流値（例えば目標ピーク値）を更新する場合に、その更新の制限を定めておいてもよい。例えば、目標電流値の上限値を定めておく構成とする。又は、到達時間の差分 ΔT_p 等に応じて目標電流値を増加及び減少させる構成において、到達時間の差分 ΔT_p 等の閾値判定に用いる閾値にヒステリシスを設けてもよい。この場合、第 1 閾値と第 2 閾値とを定めておき（第 1 閾値 > 第 2 閾値）、目標電流値の増加に際し、差分 ΔT_p 等が第 1 閾値に達するまでは目標電流値を徐々に増加させる一方、目標電流値の減少に際し、差分 ΔT_p 等が第 2 閾値に達するまでは目標電流値を徐々に減少させる。
- [0113] ・ECU 40 の別構成を説明する。図 19 は、直列 6 気筒エンジンに採用される構成を例示している。なおここでは、直列 6 気筒エンジンの各気筒の燃焼順序を #1 → #5 → #3 → #6 → #2 → #4 としている。この場合、4 気筒エンジンと同様に、気筒ごとに吸気行程と圧縮行程とにおいて各々燃料噴射弁 30 による燃料噴射が実施される。
- [0114] 図 19 の構成においては、やはり燃料噴射の期間が重複しない気筒を 1 まとめにして駆動グループとしており、駆動グループごとに各々電圧切替回路

4 3 及び電流検出回路 4 4 が設けられている。すなわち、# 1 気筒と # 6 気筒とを駆動グループ 1、# 3 気筒を駆動グループ 2、# 2 気筒と # 5 気筒とを駆動グループ 3、# 4 気筒を駆動グループ 4 として、各駆動グループに電圧切替回路 4 3 及び電流検出回路 4 4 が設けられている。なお、# 3 気筒と # 4 気筒とを駆動グループ 3 としてまとめることも可能である。

[0115] 上記以外にも、燃料噴射の期間が重複しない関係にあれば、3つの気筒を同じ駆動グループとすることも可能である。

[0116] また、複数の燃料噴射弁 3 0 について複数の駆動系統を有するものであれば、各駆動系統における気筒数や燃料噴射弁 3 0 の数は任意でよい。例えば 2 気筒エンジンにおいて、各気筒（各燃料噴射弁）の 1 つずつをそれぞれ個別の駆動系統としてもよい。3 気筒以上のエンジンにおいても同様である。

[0117] ・高電圧 V 2 を出力する高圧電源部 4 6 は、バッテリー電圧を昇圧する昇圧回路を有するものでなくてもよく、高電圧バッテリーからなる構成であってもよい。

[0118] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

[請求項1] 複数の燃料噴射弁（30）と、前記複数の燃料噴射弁を複数の駆動系統に振り分けてそれら各駆動系統においてそれぞれ前記各燃料噴射弁を駆動させる駆動回路（42, 43）と、前記駆動系統ごとに設けられ、前記各燃料噴射弁の駆動電流を検出する複数の電流検出回路（44）とを備える内燃機関の燃料噴射システムに適用され、前記電流検出回路により検出された検出電流に基づいて、前記駆動回路による前記燃料噴射弁の駆動を制御する燃料噴射制御装置（41）であって、

前記駆動系統ごとに、前記検出電流の時間当たりの変化量に相関するパラメータである電流変化パラメータを取得する取得部と、

前記各駆動系統における前記電流変化パラメータに基づいて、前記複数の駆動系統の少なくともいずれかについて電流補正を実施する電流補正部と、
を備える内燃機関の燃料噴射制御装置。

[請求項2] 前記取得部は、前記電流変化パラメータとして、前記複数の駆動系統において前記燃料噴射弁による燃料噴射ごとの所定の基準タイミングから前記検出電流が所定電流値に到達するまでの時間である到達時間を取得し、

前記電流補正部は、前記駆動系統ごとの前記到達時間を比較し、その結果に基づいて前記電流補正を実施する請求項1に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

[請求項3] 前記取得部は、前記電流変化パラメータとして、前記複数の駆動系統において前記燃料噴射弁による燃料噴射ごとの所定の基準タイミングから所定時間が経過した際の前記検出電流である到達電流を取得し、

前記電流補正部は、前記駆動系統ごとの前記到達電流を比較し、その結果に基づいて前記電流補正を実施する請求項1に記載の内燃機関

の燃料噴射制御装置。

[請求項4] 前記取得部は、前記電流変化パラメータとして、前記複数の駆動系統において前記燃料噴射弁による燃料噴射ごとの所定の基準タイミングから所定区間が経過するまでの前記検出電流を積算した電流積算値を取得し、

前記電流補正部は、前記駆動系統ごとの前記電流積算値を比較し、その結果に基づいて前記電流補正を実施する請求項1に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

[請求項5] 前記駆動回路は、前記各燃料噴射弁による燃料噴射に際し、開弁動作のための所定電圧の印加に先立って、前記各電流検出回路による検出電流に基づいて、所定の低電圧の印加によるプレチャージを実施するものであり、

前記取得部は、前記プレチャージが完了した後に前記所定電圧の印加が行われる期間内のタイミングを前記基準タイミングとして前記電流変化パラメータを取得する請求項2乃至4のいずれか1項に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

[請求項6] 前記取得部は、前記プレチャージが完了して前記所定電圧の印加が開始されるタイミングを前記基準タイミングとして前記電流変化パラメータを取得する請求項5に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

[請求項7] 前記電流補正部は、前記複数の駆動系統について前記電流変化パラメータの実値が所定の範囲内に収まるように前記駆動電流の補正を実施する請求項1乃至6のいずれか1項に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

[請求項8] 前記電流検出回路による検出電流が所定の目標電流値に到達したことに基づいて、前記駆動回路による前記燃料噴射弁への駆動用電圧の印加を制御する制御部を備え、

前記電流補正部は、前記電流補正として、前記複数の駆動系統の少なくともいずれかにおける前記目標電流値を補正する請求項1乃至7

のいずれか 1 項に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

[請求項9] 前記電流補正部は、前記複数の駆動系統のうち前記検出電流の時間当たりの変化量が大きい駆動系統について、当該変化量が小さい駆動系統に合わせて前記目標電流値を補正する請求項 8 に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

[請求項10] 前記電流補正部は、前記複数の駆動系統のうち前記検出電流の時間当たりの変化量が小さい駆動系統について、当該変化量が大きい駆動系統に合わせて前記目標電流値を補正する請求項 8 に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

[請求項11] 前記駆動回路は、前記各燃料噴射弁による燃料噴射に際し、開弁動作のための所定の高電圧を印加するとともに、その高電圧印加状態で前記燃料噴射弁の駆動電流が目標ピーク値に到達したことに基づいて、前記高電圧の印加を停止して開弁維持のための所定の低電圧を印加するものであり、

前記電流補正部は、前記目標電流値の補正として、前記複数の駆動系統の少なくともいずれかにおける前記目標ピーク値を補正する請求項 8 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

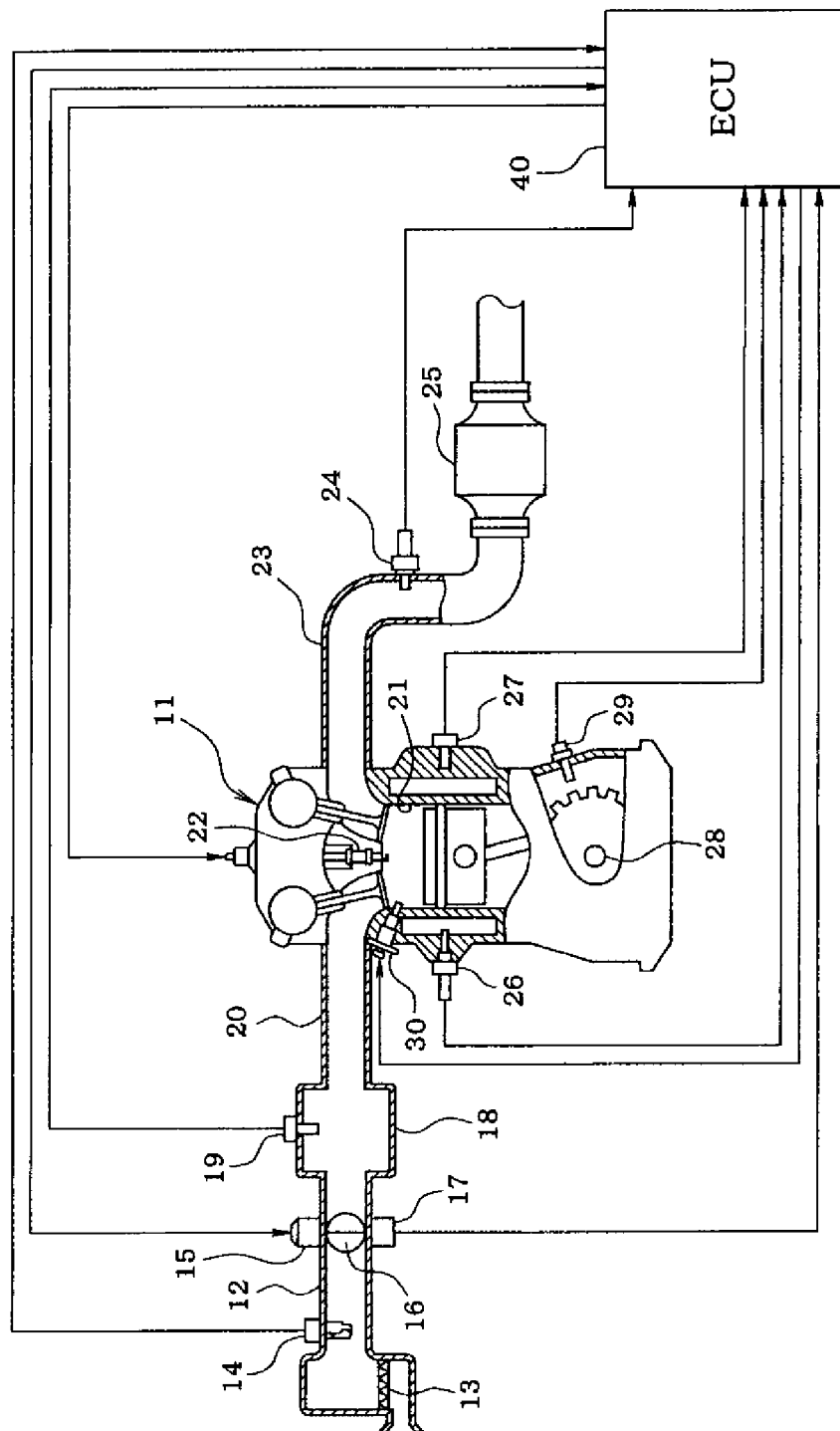
[請求項12] 前記開弁維持のための低電圧印加期間において、前記燃料噴射弁の駆動電流を目標ホールド値に制御するものであり、

前記電流補正部は、前記目標電流値の補正として、前記複数の駆動系統の少なくともいずれかにおける前記目標ピーク値と前記目標ホールド値とをそれぞれ補正する請求項 11 に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

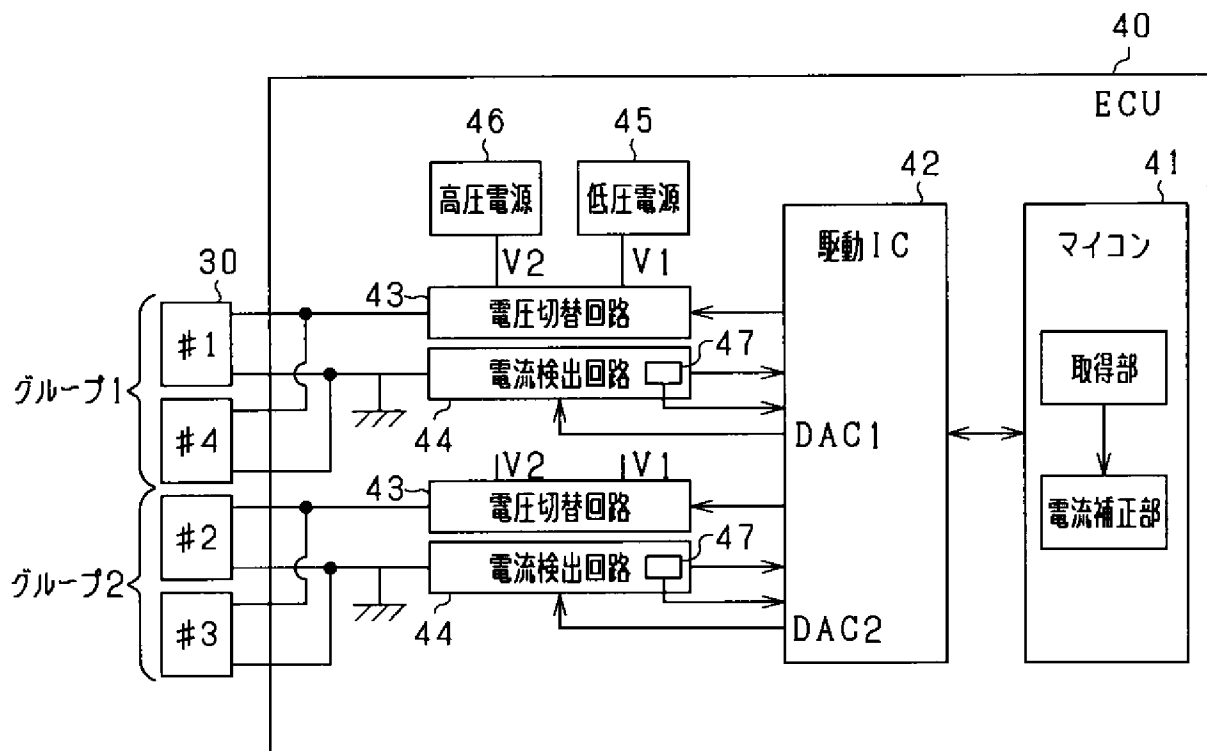
[請求項13] 前記電流補正部は、前記複数の駆動系統の少なくともいずれかの前記目標ピーク値が補正された場合に、各駆動系統における前記目標ピーク値に基づいて、前記目標ピーク値の補正が行われたのと同じ駆動系統の前記目標ホールド値を補正する請求項 12 に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

[請求項14] 前記複数の駆動系統における各電流検出回路の温度差を取得し、その温度差に基づいて、前記取得部により取得された前記電流変化パラメータを補正するパラメータ補正部を備える請求項1乃至13のいずれか1項に記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

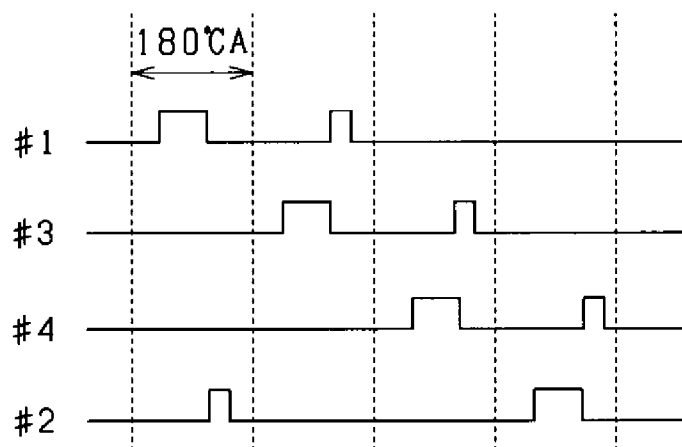
[図1]



[図2]

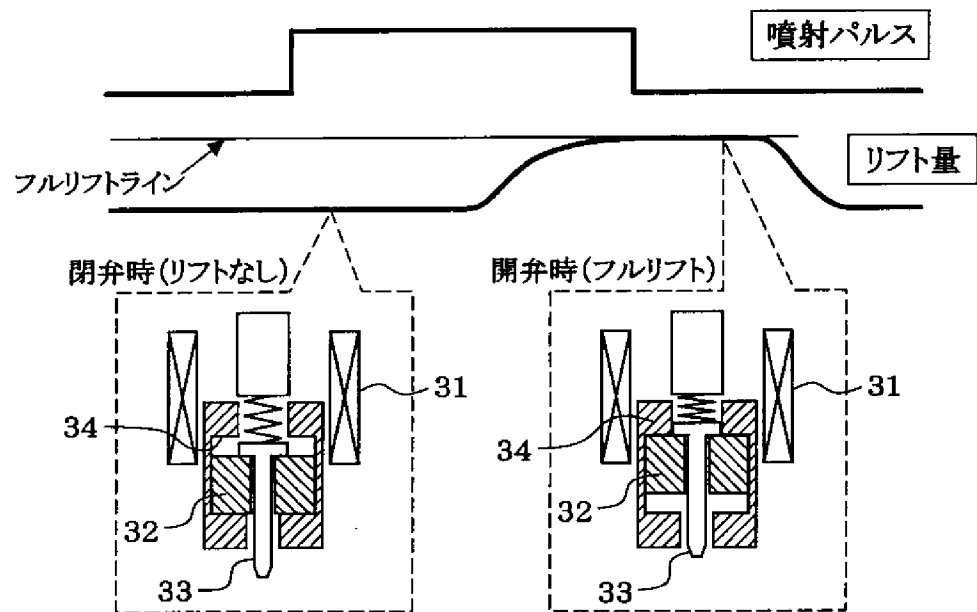


[図3]

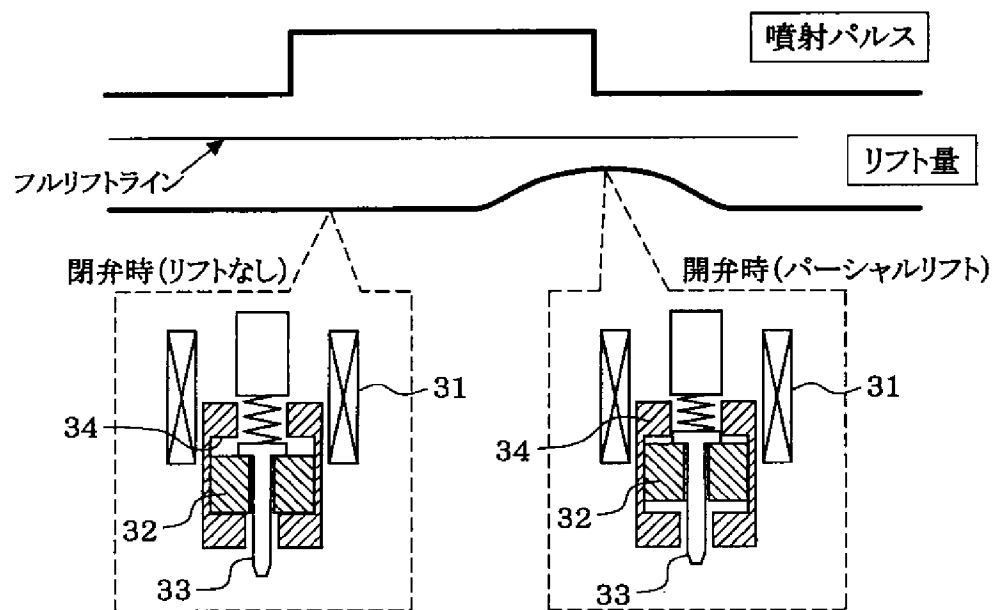


[図4]

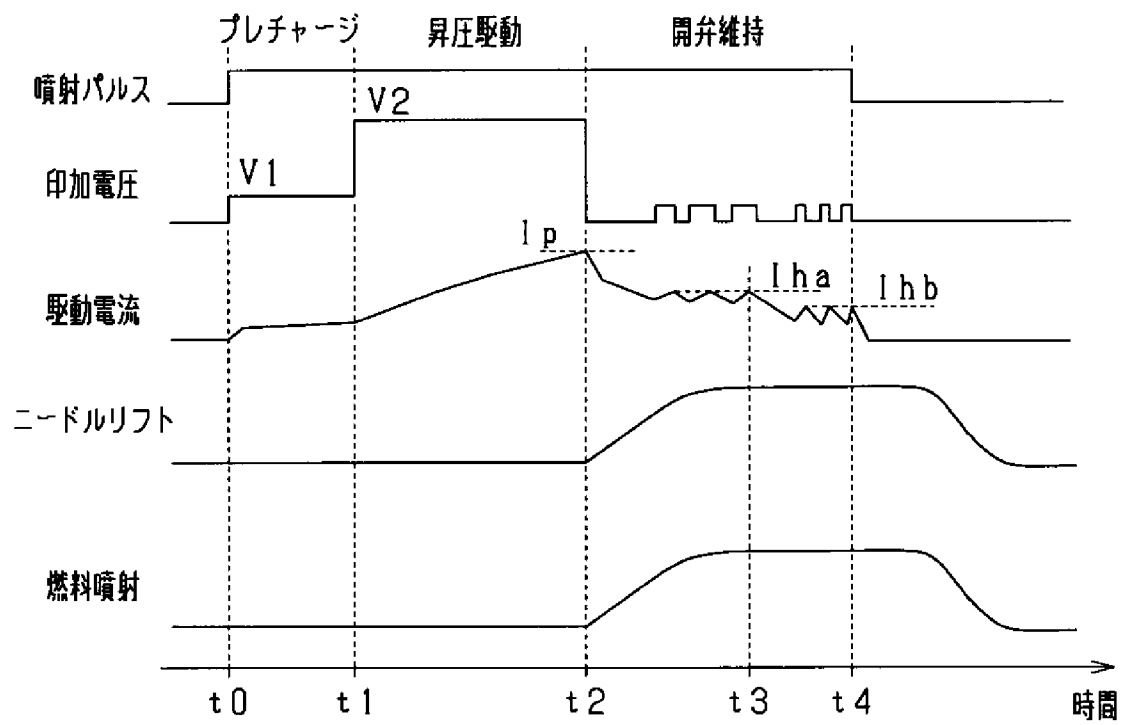
(a) フルリフト



(b) パーシャルリフト

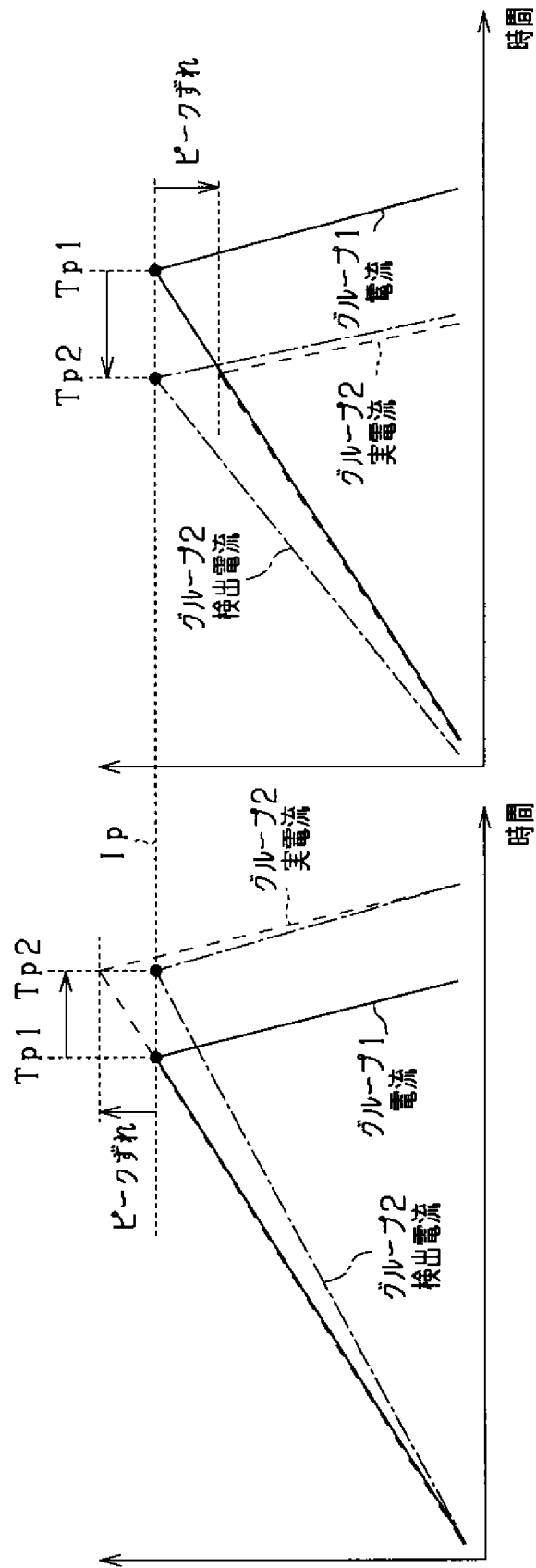


[図5]

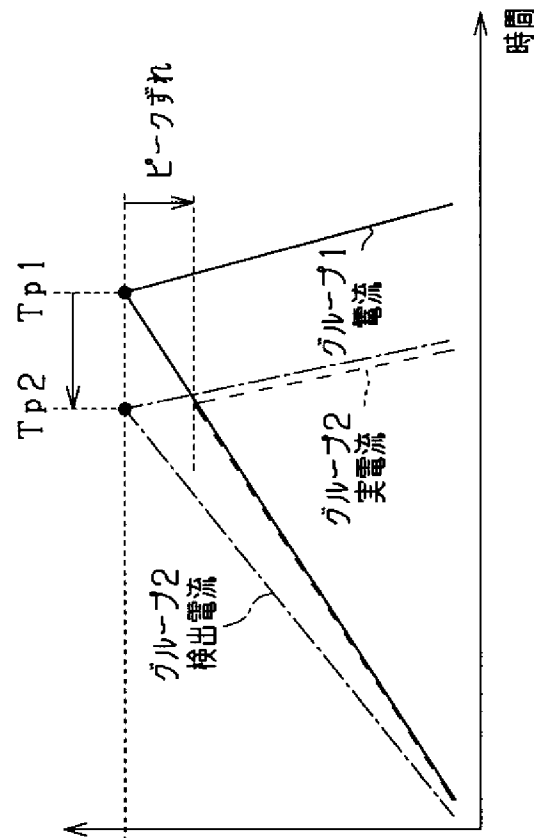


[図6]

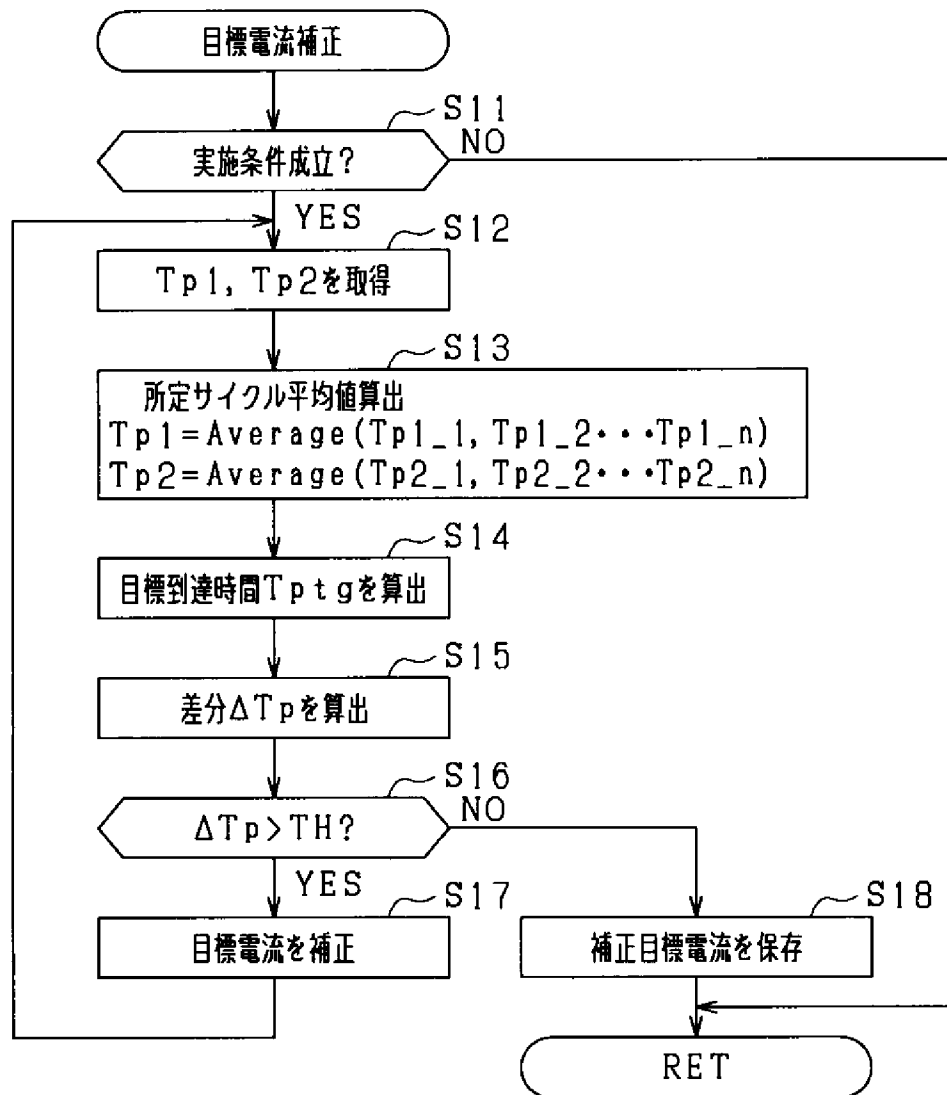
(a) 検出低側ずれ時



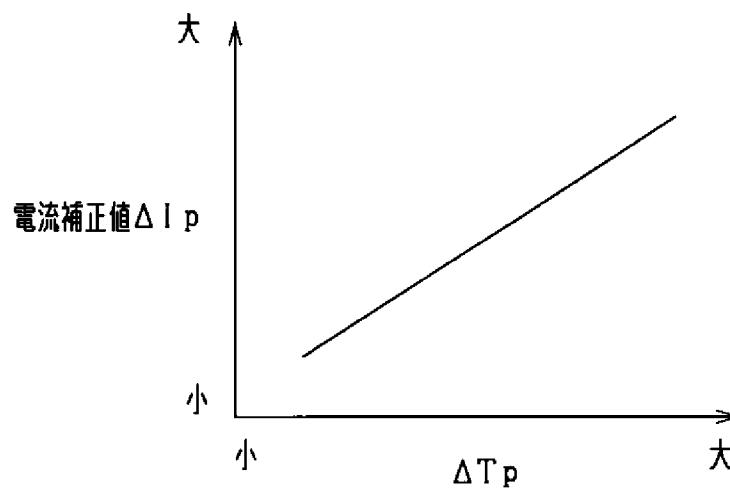
(b) 検出高側ずれ時



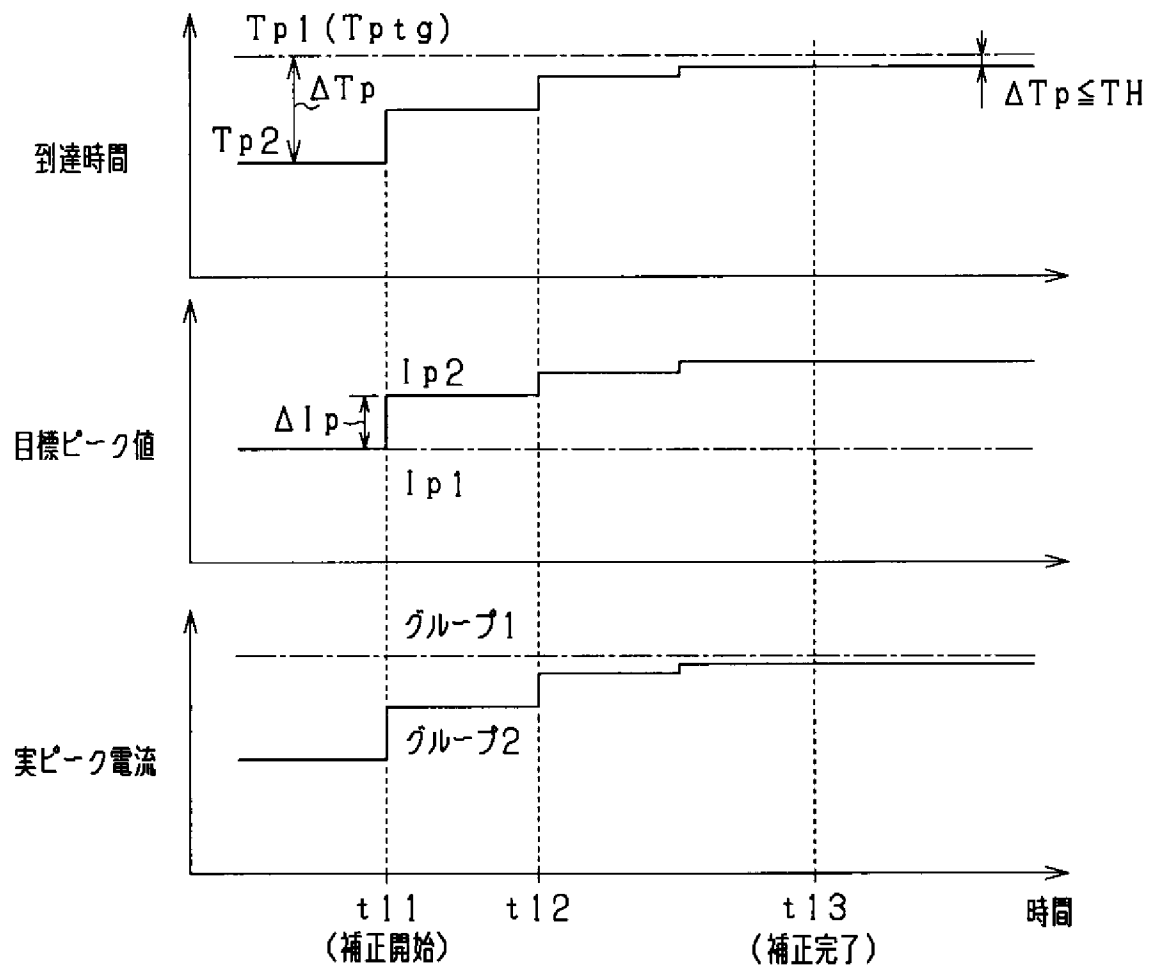
[図7]



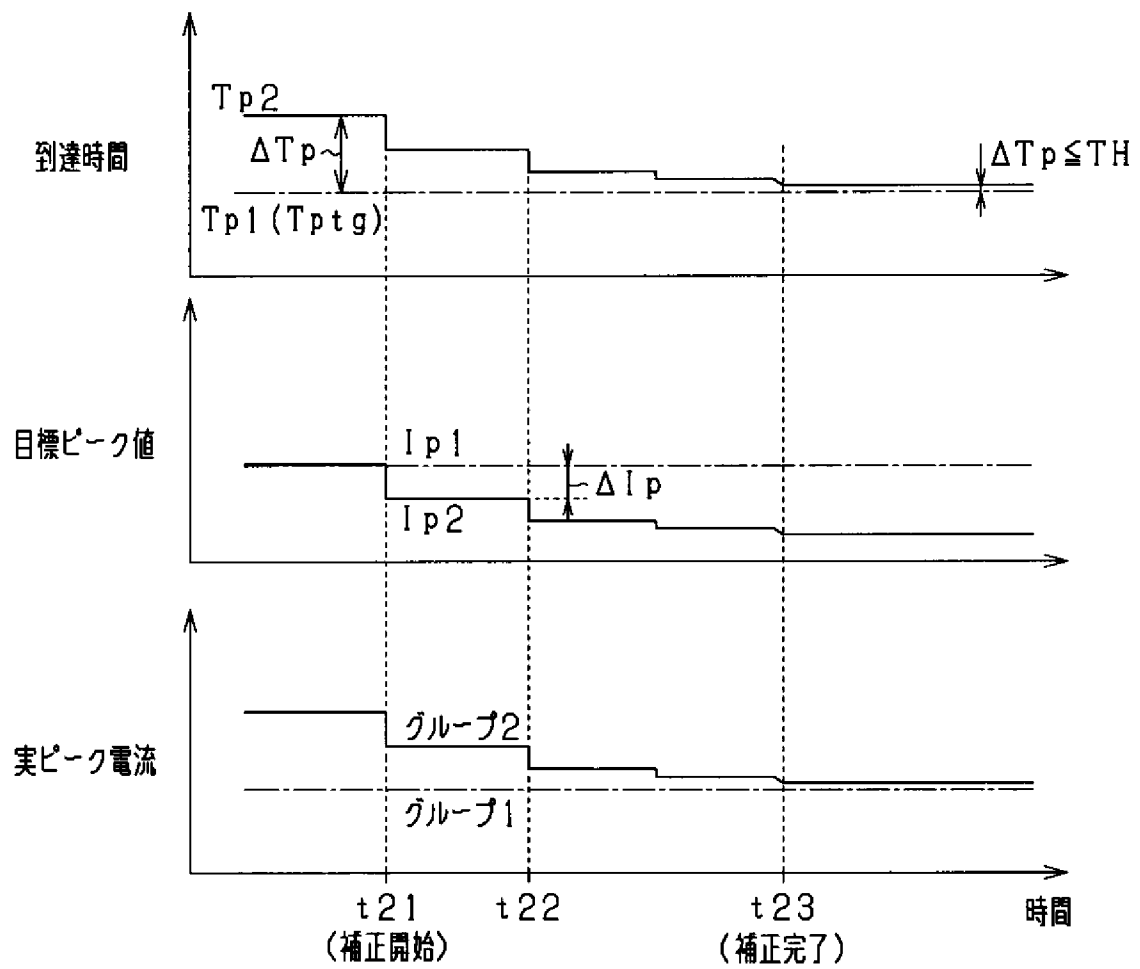
[図8]



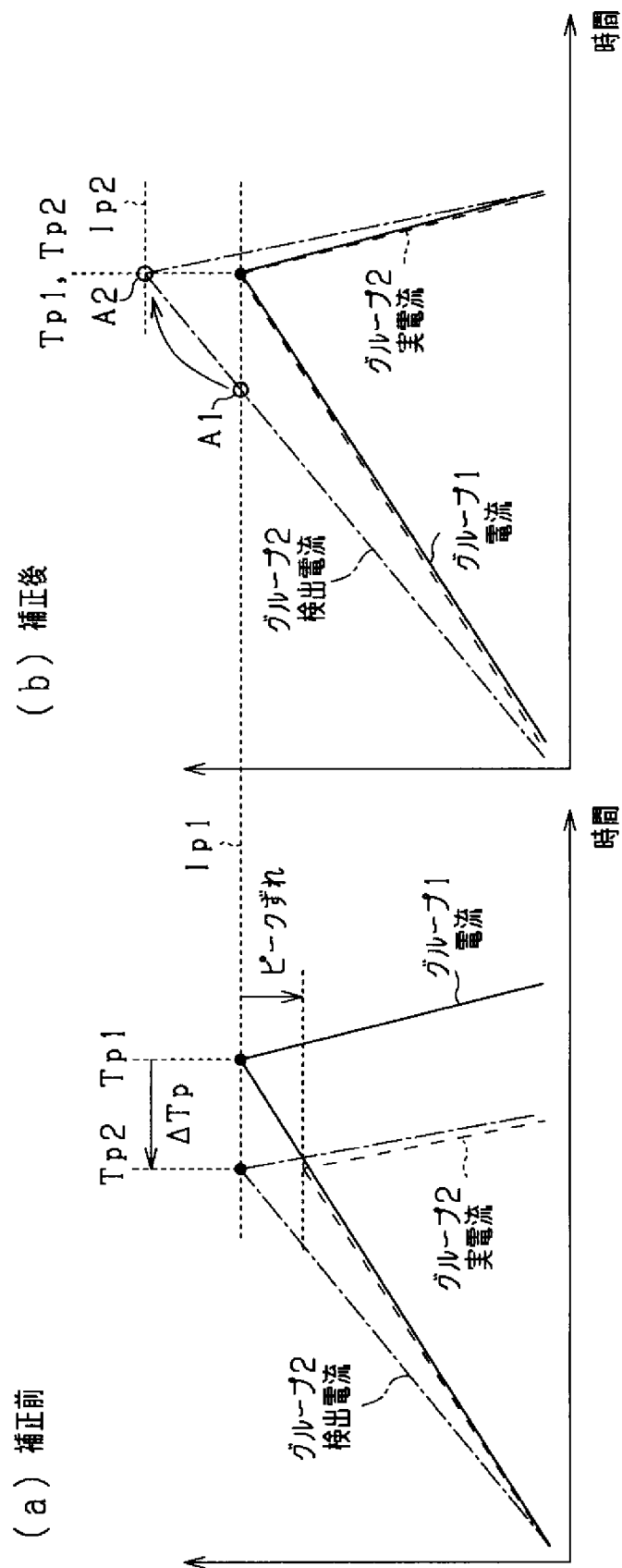
[図9]



[図10]

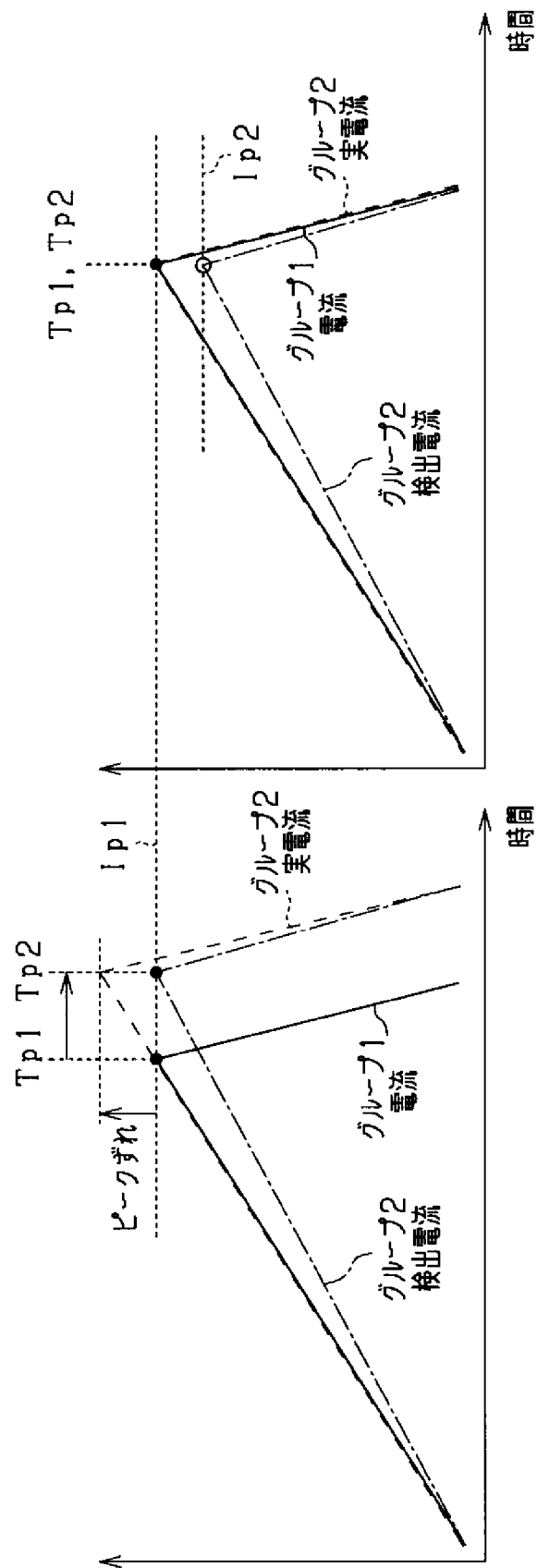


[図11]

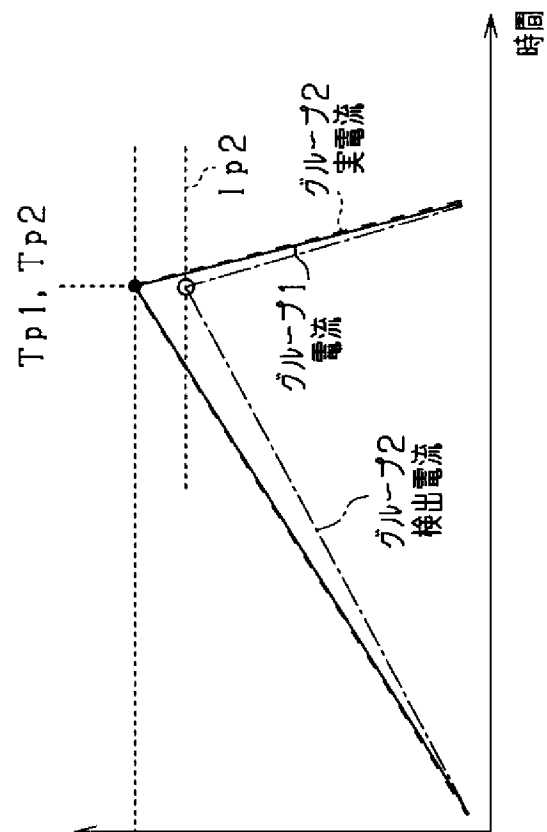


[図12]

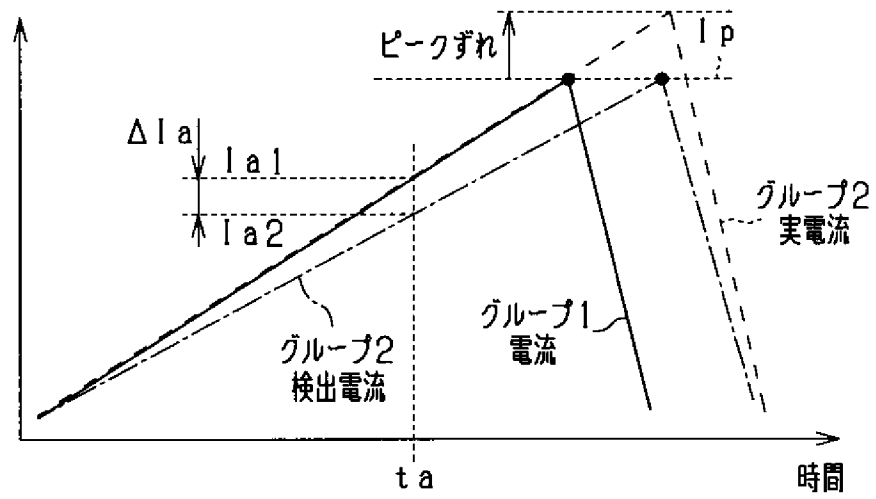
(a) 補正前



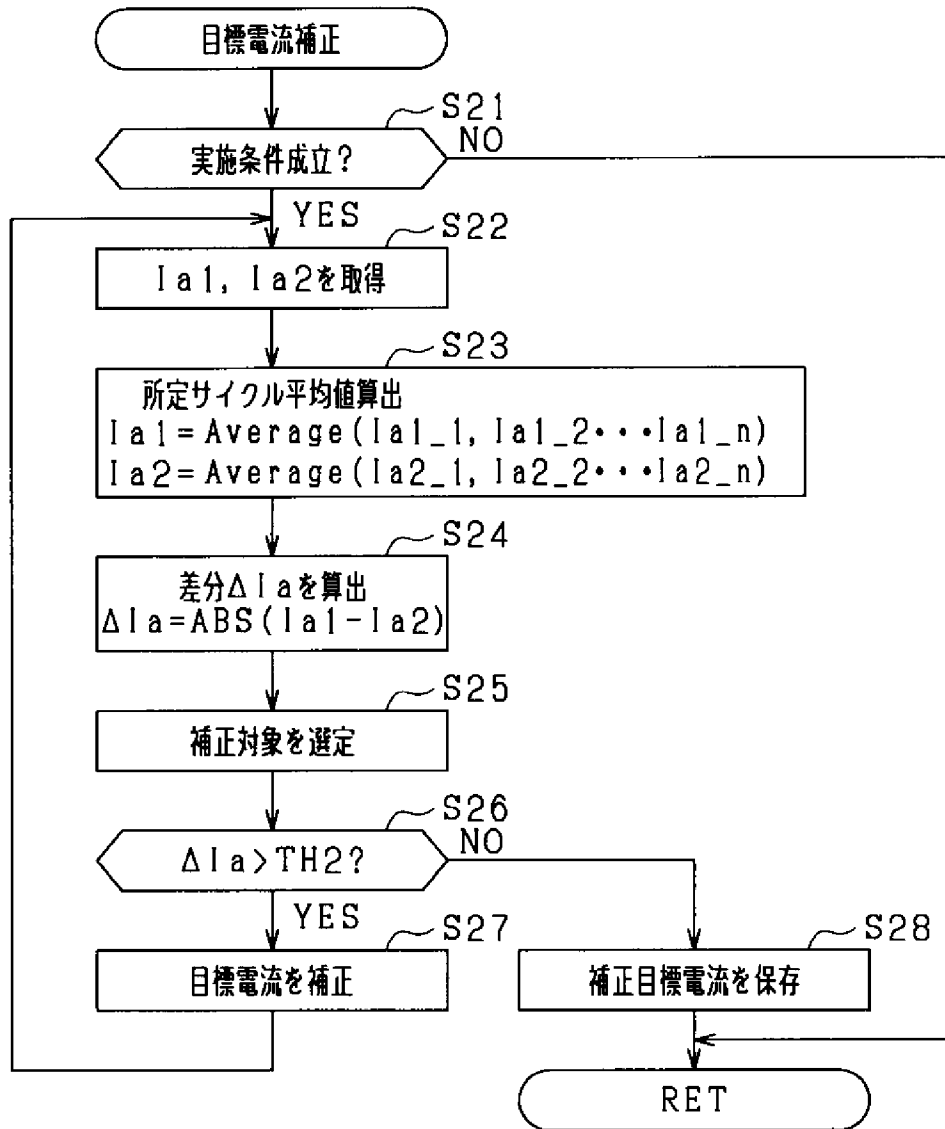
(b) 補正後



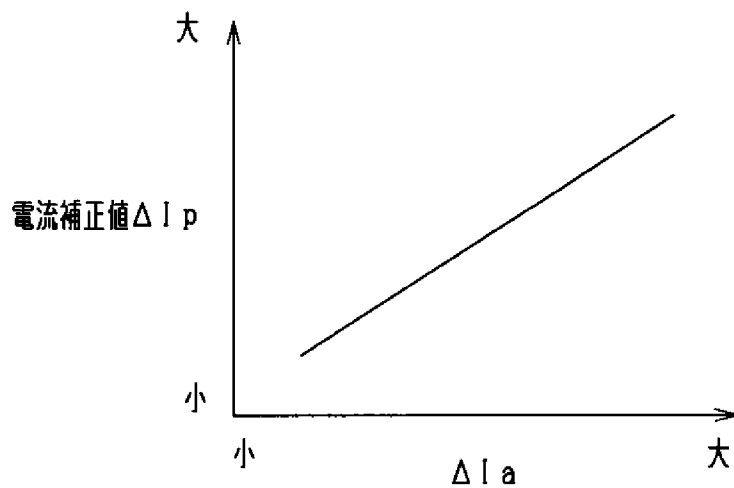
[図13]



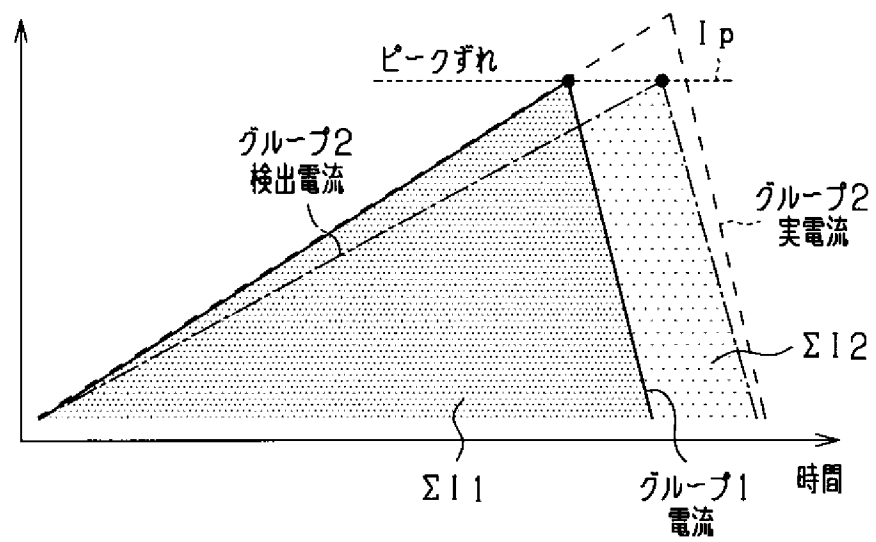
[図14]



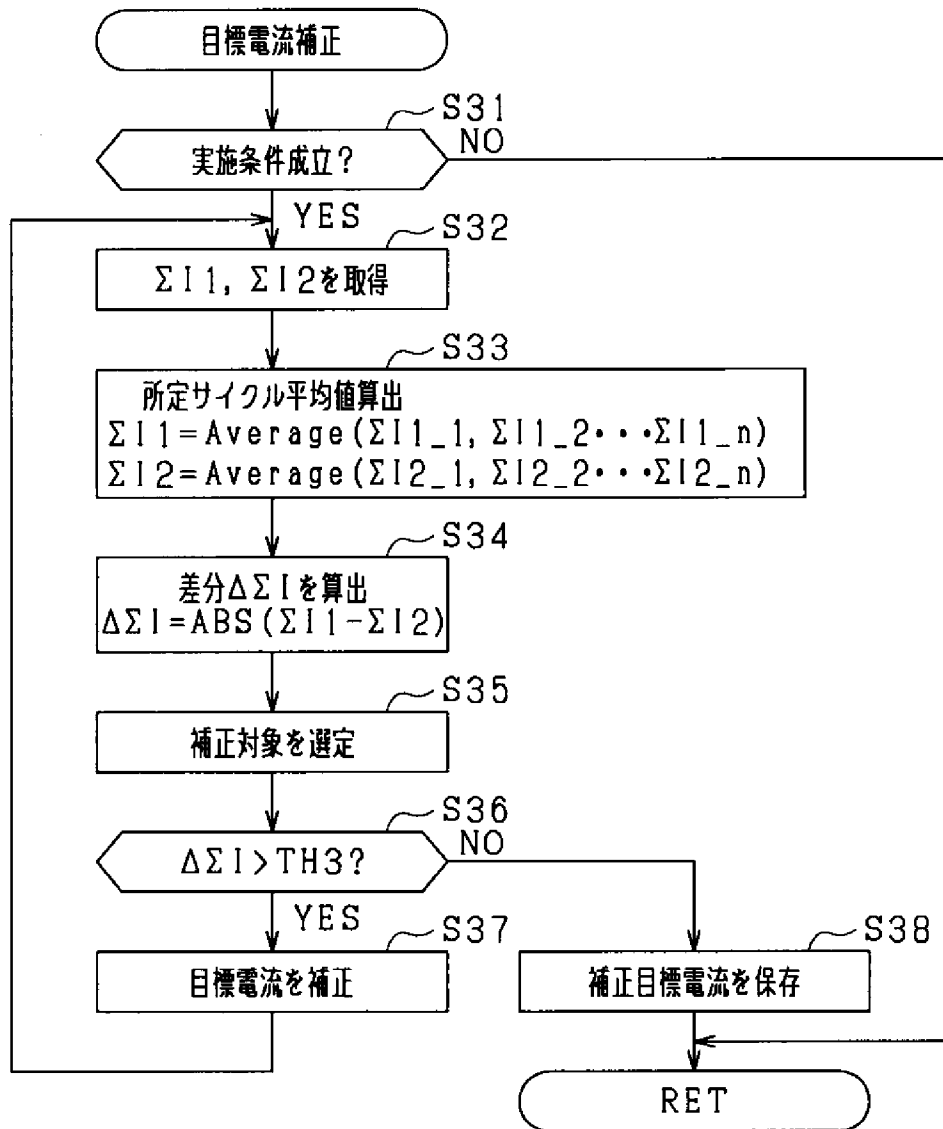
[図15]



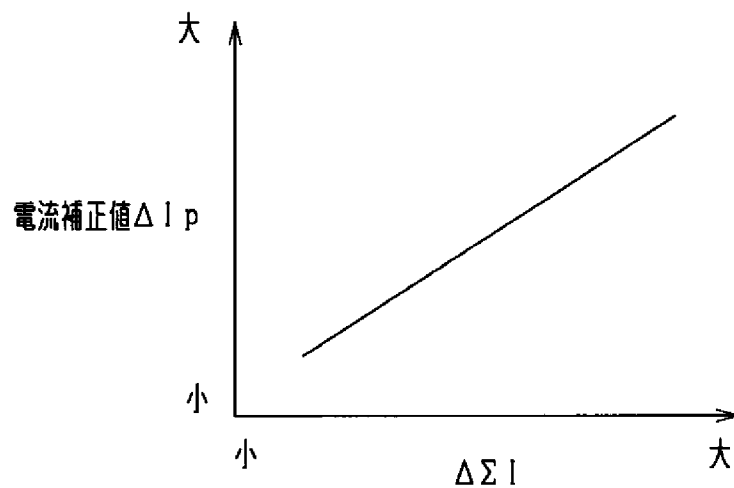
[図16]



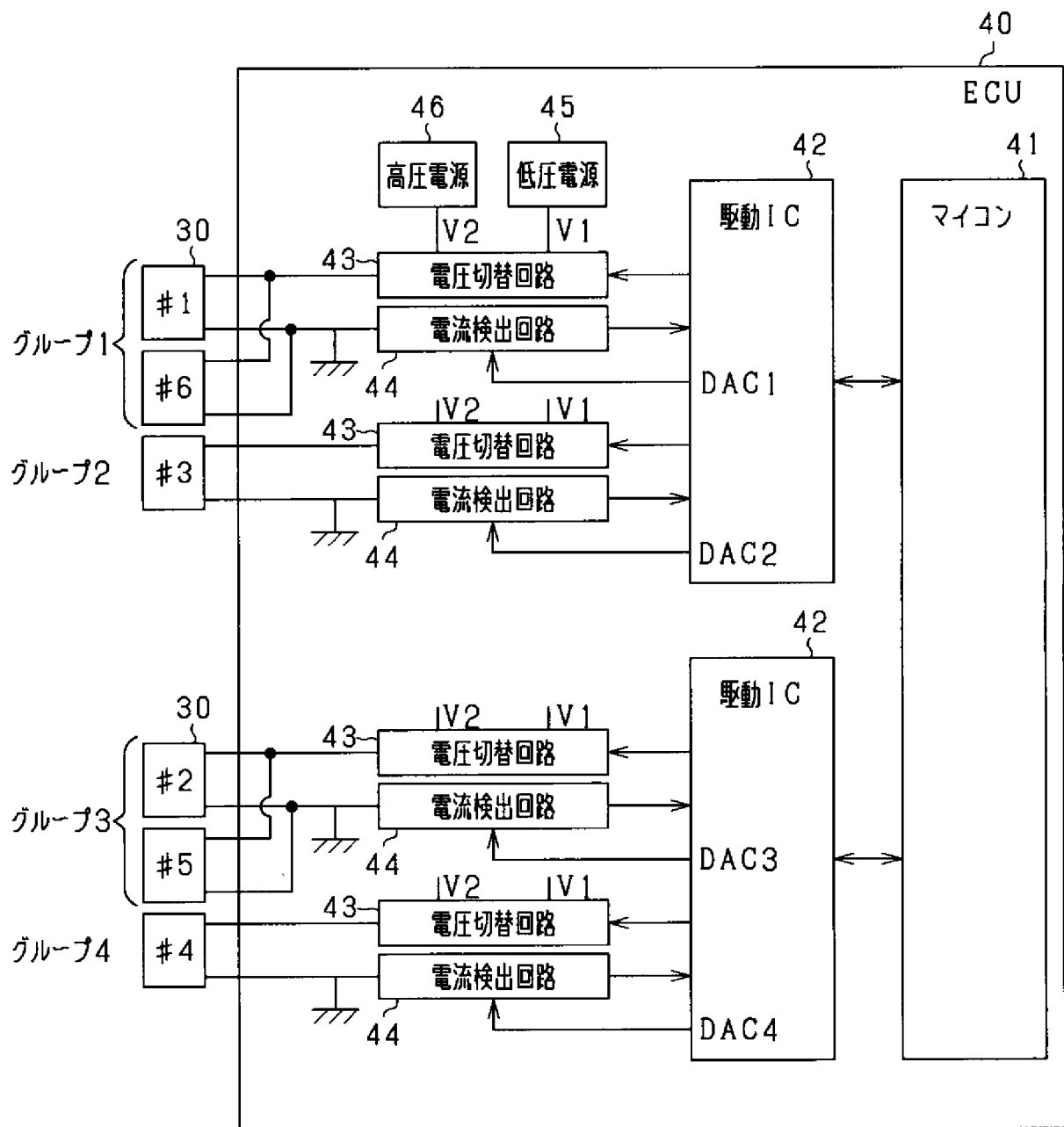
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/082637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D41/20(2006.01)i, F02M51/00(2006.01)i, F02M51/06(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)

F02D41/20, F02M51/00, F02M51/06

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2014-5740 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 16 January 2014 (16.01.2014), abstract; claim 1; paragraphs [0012] to [0083]; fig. 1 to 15 & US 2015/0144109 A1 abstract; claim 1; paragraphs [0026] to [0097]; fig. 1 to 15 & WO 2013/190995 A1 & EP 2865870 A1 & CN 104395591 A	1-14
Y	JP 2013-2476 A (Denso Corp.), 07 January 2013 (07.01.2013), paragraphs [0035] to [0036], [0057] to [0065], [0085] to [0087]; fig. 1 to 2, 5 (Family: none)	1-14

☒ 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
20 January 2017 (20.01.17)

Date of mailing of the international search report
31 January 2017 (31.01.17)

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/JP2016/082637

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 2010-43603 A (Hitachi, Ltd.), 25 February 2010 (25.02.2010), paragraphs [0036] to [0048], [0058] to [0070]; fig. 3 (Family: none)	5-14
P, Y	JP 2016-75171 A (Denso Corp.), 12 May 2016 (12.05.2016), paragraphs [0013] to [0056]; fig. 1 to 11 & WO 2016/051755 A1	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02D41/20(2006.01)i, F02M51/00(2006.01)i, F02M51/06(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（IPC））

Int.Cl. F02D41/20, F02M51/00, F02M51/06

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2014-5740 A（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2014.01.16, 要約, 請求項 1, 段落 0012-0083, 図 1-15 & US 2015/0144109 A1, 要約, 請求項 1, 段落 0026-0097, 図 1-15 & WO 2013/190995 A1 & EP 2865870 A1 & CN 104395591 A	1-14
Y	JP 2013-2476 A（株式会社デンソー）2013.01.07, 段落 0035-0036, 0057-0065, 0085-0087, 図 1-2, 5（ファミリーなし）	1-14
Y	JP 2010-43603 A（株式会社日立製作所）2010.02.25, 段落	5-14

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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

20.01.2017

国際調査報告の発送日

31.01.2017

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）

戸田 耕太郎

3Z

9329

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
P, Y	0036-0048, 0058-0070, 図 3 (ファミリーなし) JP 2016-75171 A (株式会社デンソー) 2016.05.12, 段落 0013-0056, 図 1-11 & WO 2016/051755 A1	1 - 1 4