

(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5月11日(11.05.2017)



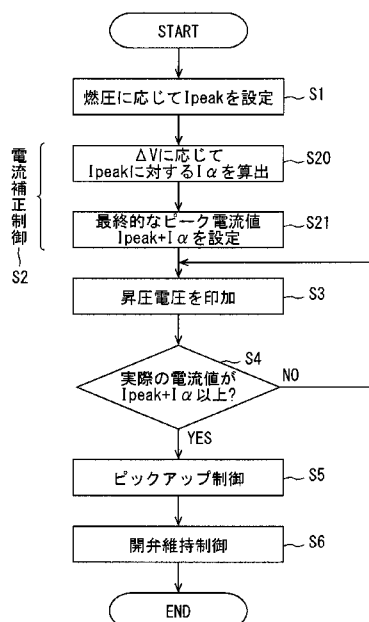
(10) 国際公開番号
WO 2017/077779 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 41/20 (2006.01) *F02M 51/06* (2006.01)
F02D 41/34 (2006.01) *F02M 61/10* (2006.01)
F02D 45/00 (2006.01) *F02M 61/16* (2006.01)
F02M 51/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/077772
- (22) 国際出願日: 2016年9月21日(21.09.2016)
- (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 2015-217817 2015年11月5日(05.11.2015) 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: 佐竹 信行(SATAKE Nobuyuki); 〒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(JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19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, 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,

[続葉有]

(54) Title: FUEL INJECTION CONTROL DEVICE AND FUEL INJECTION SYSTEM

(54) 発明の名称: 燃料噴射制御装置と燃料噴射システム



- S1 Set Ipeak in accordance with fuel pressure
S2 Current correction control
S3 Apply boost voltage
S4 Actual current value equal to or greater than Ipeak+Iα?
S5 Pickup control
S6 Open valve maintenance control
S20 Calculate Iα with respect to Ipeak in accordance with ΔV
S21 Set final peak current value Ipeak+Iα

(57) Abstract: A fuel injection control device for controlling the operation of an injector (10) that injects fuel into an internal combustion engine (E), said control device equipped with: an electronic controller (21) that controls the opening/closing of the injector by energizing a coil (13) inside the injector; and a booster circuit (22) that generates a boost voltage by boosting a battery voltage, which is the voltage supplied from a battery (23). The electronic controller has: a valve opening control unit (S1, S3, S4, and S5) that, in addition to applying the boost voltage to the coil, subsequently performs valve-opening control by applying the battery voltage to the coil and generating a required valve-opening force, which is an attraction force required to begin opening the valve in the injector; an open valve maintenance control unit (S6) that, after the valve-opening control, performs an open valve maintenance control for generating an open valve maintenance force, which is less than the required valve-opening force and is an attraction force that maintains the open valve state of the injector when the battery voltage is applied to the coil; and a current correction control unit (S2) that performs current correction control for correcting the maximum value of the current flowing when the boost voltage is applied to the coil during the valve-opening control, said correction being performed by increasing the maximum value in accordance with the amount of the reduction in the battery voltage.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/077779 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

内燃機関 (E) 内に燃料を噴射するインジェクタ (10) の作動を制御する燃料噴射制御装置において、インジェクタ内のコイル (13) に通電することで、インジェクタの開閉を制御する電子制御器 (21) と、バッテリー (23) から供給される電圧であるバッテリー電圧を昇圧して昇圧電圧を発生させる昇圧回路 (22) と、を備え、電子制御器は、昇圧電圧をコイルに印加することに加え、その後、バッテリー電圧をコイルに印加してインジェクタが開弁を開始するのに必要な吸引力である必要開弁力を発生させる開弁制御を行う開弁制御部 (S1、S3、S4、S5) と、開弁制御の後、バッテリー電圧をコイルに印加してインジェクタの開弁を維持する吸引力であり、必要開弁力よりも小さい開弁維持力を発生させる開弁維持制御を行う開弁維持制御部 (S6) と、開弁制御中に昇圧電圧をコイルに印加したとき流れる電流の最大値を、バッテリー電圧の降下量に応じて高める補正をする電流補正制御を行う電流補正制御部 (S2) と、を有する燃料噴射制御装置。

明 細 書

発明の名称：燃料噴射制御装置と燃料噴射システム

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2015年11月5日に提出された日本特許出願番号2015-217817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、内燃機関内に噴射する燃料の量を制御する燃料噴射制御装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、特許文献1のようなインジェクタは、コイルへの通電に伴い吸引力を生じさせる固定コアと、固定コアに吸引されて弁体とともに移動する可動コアと、を備える。そして、電子制御器は、コイルへの通電を制御することでインジェクタを開弁させており、また、インジェクタが開弁している時間を制御して、内燃機関内に噴射される燃料の噴射時間つまり噴射量を制御している。そして、上述のコイルへの通電は、バッテリーの電圧とバッテリーの電圧を昇圧回路で昇圧した昇圧電圧とを切り替えている。

[0004] ここで、インジェクタの開弁は、インジェクタ内の燃圧とインジェクタ内にあるバネ等の弾性部材の弾性力とを足し合わせた力である開弁力よりも上記の吸引力が大きいときに起こる。そこで、上記の電子制御器は、昇圧電圧をコイルに印加することで、コイルに流れる電流を所定の電流値であるピーク電流値にまで高める制御を行う。その後、電子制御器は、バッテリーの電圧によるコイルへの通電と遮断とを交互に切り替えて印加するデューティ制御をして、コイルに流れる電流の平均値をピーク電流値よりも低い値であるピックアップ電流値にする制御を行う。このような制御を行うことで上記の開弁力を超える吸引力を生み出し、インジェクタを開弁させている。

[0005] また、インジェクタが開弁している状態では、燃料が噴射されており上記の可動コアを抑える方向にはたらく燃圧が小さくなっているので、上記の開

弁力よりも小さい吸引力を発生させるだけで維持することができる。そこで、上記の電子制御器は、上記のデューティ制御をすることで、コイルに流れる電流の平均値を所定の電流値であるホールド電流値にする制御を行う。このホールド電流値は、上記のピックアップ電流値より小さくてよく、開弁を維持するのに十分な吸引力を発生させることができる大きさである。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2014-5740号公報

発明の概要

[0007] しかし、バッテリーの電圧が降下したときに上述の燃料噴射量制御を行うと、上記のピックアップ電流値が低下してしまい開弁するのに十分な吸引力が発生しないおそれがある。すると、電子制御器が指定するインジェクタが開弁すべきときに、コイルに十分な吸引力が生じておらずインジェクタが開弁できない。よって、内燃機関内に所望の噴射量の燃料噴射をすることができない。

[0008] 本開示は、バッテリーの電圧が降下したときでも、インジェクタを開弁して燃料噴射量の制御ができる燃料噴射制御装置を提供することを目的とする。

[0009] 本開示の第一の態様による燃料噴射制御装置は、内燃機関内に燃料を噴射するインジェクタ内のコイルに通電することで、インジェクタの開閉を制御する電子制御器と、バッテリーから供給される電圧であるバッテリー電圧を昇圧して昇圧電圧を発生させる昇圧回路と、を備え、電子制御器は、昇圧電圧をコイルに印加することに加え、その後、バッテリー電圧をコイルに印加してインジェクタが開弁を開始するのに必要な吸引力である必要開弁力を発生させる開弁制御を行う開弁制御部と、開弁制御の後、バッテリー電圧をコイルに印加してインジェクタの開弁を維持する吸引力であり、必要開弁力よりも小さい開弁維持力を発生させる開弁維持制御を行う開弁維持制御部と、開弁制御中に昇圧電圧をコイルに印加したとき流れる電流の最大値を、バッテリー電圧の降下量に応じて高める補正をする電流補正制御を行う電流補正制御部と、

を有する燃料噴射制御装置である。

[0010] これによれば、バッテリー電圧が降下したときに、電子制御器が昇圧電圧をコイルに通電し、コイルに流れる電流の最大値を高めるように電流値の補正を行うことで、コイルに発生する吸引力を高めることができる。すると、バッテリー電圧の降下によって下がった吸引力を上記の補正で補い、開弁に必要な吸引力にまで高めることができる。よって、バッテリーの電源電圧が降下したときでも、インジェクタを開弁して燃料噴射量の制御ができる。

[0011] 本開示の第二の態様による燃料噴射制御装置は、内燃機関内に燃料を噴射するインジェクタ内のコイルに通電することで、インジェクタの開閉を制御する電子制御器と、バッテリーから供給される電圧であるバッテリー電圧を昇圧して昇圧電圧を発生させる昇圧回路と、を備え、電子制御器は、昇圧電圧をコイルに印加することに加え、その後、バッテリー電圧をコイルに印加してインジェクタが開弁を開始するのに必要な吸引力である必要開弁力を発生させる開弁制御を行う開弁制御部と、開弁制御の後、バッテリー電圧をコイルに印加してインジェクタの開弁を維持する吸引力であり、必要開弁力よりも小さい開弁維持力を発生させる開弁維持制御を行う開弁維持制御部と、開弁制御中に昇圧電圧をコイルに印加したとき流れる電流が最大値となった後、コイルに流れる電流の平均値が最大値である状態を所定期間継続し、バッテリー電圧の降下量に応じて所定期間を延ばす決定する電流継続制御を行う電流継続制御部と、を有する燃料噴射制御装置である。

[0012] これによれば、バッテリー電圧の降下量に応じて算出された継続期間の間だけコイルに流れる電流の平均値が最大値である状態を継続して、吸引力が急激に上昇している状態を継続できる。したがって、バッテリー電圧降下時でも開弁に必要な吸引力を発生させることができ、バッテリー電圧降下時でもインジェクタを開弁して燃料噴射量の制御を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0013] 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、第1実施形態にかかる燃料噴射システム1を示す全体図であり、

[図2]図2は、図1に示すインジェクタ10の全体構造を説明する断面図であり、

[図3]図3は、第1実施形態の電子制御器21が噴射制御を実施した場合において、コイル13への印加電圧、コイル13を流れる電流及び吸引力の時間経過に伴う変化を示す図であり、

[図4]図4は、第1実施形態の電子制御器21が行う制御のフローチャートであり、

[図5]図5は、内燃機関への燃料噴射が複数回行われているときの時間経過に伴う噴射量の変化を示す図であり、

[図6]図6は、第2実施形態の電子制御器21が行う制御のフローチャートであり、

[図7]図7は、第3実施形態の電子制御器21が噴射制御を実施した場合において、コイル13への印加電圧、コイル13を流れる電流及び吸引力の時間経過に伴う変化を示す図であり、

[図8]図8は、第3実施形態の電子制御器21が行う制御のフローチャートであり、

[図9]図9は、第4実施形態の電子制御器21が噴射制御を実施した場合において、コイル13への印加電圧、コイル13を流れる電流及び吸引力の時間経過に伴う変化を示す図であり、

[図10]図10は、第4実施形態の変形例において、電子制御器21が噴射制御を実施した場合において、コイル13への印加電圧、コイル13を流れる電流及び吸引力の時間経過に伴う変化を示す図であり、

[図11]図11は、従来の電子制御器21が噴射制御を実施した場合において、コイル13への印加電圧、コイル13を流れる電流及び吸引力の時間経過に伴う変化を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] (第1実施形態)

以下、添付した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。なお、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。

[0015] 図1に示す燃料噴射システム1は、インジェクタ10の開閉を燃料噴射制御装置20で制御し、内燃機関Eの燃焼室2への燃料噴射を制御するものである。

[0016] インジェクタ10は、点火式の内燃機関E（ガソリンエンジン）に搭載されており、内燃機関Eの燃焼室2へ直接燃料を噴射するものである。具体的には、燃焼室2を形成するシリンダヘッド3のうちシリンダの軸線Cと一致する位置に、インジェクタ10を挿入する取付け穴4が形成されている。

[0017] インジェクタ10へ供給される燃料は、図示しない燃料タンクに貯蔵されている。燃料タンク内の燃料は、低圧ポンプによりくみ上げられ、高圧ポンプ40により燃圧が高められてデリバリパイプ30へ送られる。デリバリパイプ30内の高圧燃料は、各気筒のインジェクタ10へ分配して供給される。

[0018] シリンダヘッド3には点火プラグ6が取り付けられている。点火プラグ6及びインジェクタ10は、シリンダヘッド3のうち燃焼室2に対してピストンの反対側の部分に並べて配置されている。

[0019] 図2に示すように、インジェクタ10は、ボデー11、弁体12、コイル13、固定コア14、可動コア15、ハウジング16等を有している。ボデー11は、内部に燃料通路11aができるように磁性材料で形成されている。

[0020] また、ボデー11には、弁体12が離れたり着座したりする着座面17bと燃料を噴射する噴孔17aを形成されている。

[0021] シート部12aを着座面17bに着座させるように弁体12を閉弁作動させると、噴孔17aからの燃料噴射が止まる。シート部12aを着座面17bから離れるように弁体12を開弁作動させると、噴孔17aから燃料が噴

射される。

[0022] 固定コア 14 は、磁性材料にて円筒形状に形成されている。そして、この円筒内部には燃料通路 14 a が形成されている。ボデー 11 の内周面には固定コア 14 が挿入され、ボデー 11 の外周面にはボビン 13 a が挿入されている。

[0023] 可動コア 15 は、磁性材料にて円盤形状に形成され、ボデー 11 の内周面に挿入配置されている。そして、可動コア 15 は、固定コア 14 に対して噴孔 17 a の側に配置されており、コイル 13 への非通電時には固定コア 14 と所定のギャップを有するように、固定コア 14 に対向して配置されている。

[0024] コイル 13 へ通電して固定コア 14 に吸引力を生じさせると、この吸引力により可動コア 15 が固定コア 14 に引き寄せられる。その結果、可動コア 15 に連結されている弁体 12 は、メインスプリング S P 1 の弾性力と燃圧閉弁力とを足し合わせた力に打ち勝って開弁作動する。ここで、燃圧閉弁力とは、燃料通路 11 a 内の燃料圧力によって弁体 12 を閉弁側に押す方向にはたらく力である。一方、コイル 13 への通電を停止させると、メインスプリング S P 1 の弾性力により、弁体 12 は可動コア 15 とともに閉弁作動する。

[0025] また、可動コア 15 には貫通孔 15 a が形成されており、この貫通孔 15 a に弁体 12 が挿入、配置される。これにより、弁体 12 は可動コア 15 に対して摺動して相対移動可能に組み付けられている。

[0026] また、弁体 12 の反噴孔側端部には係止部 12 d が形成されている。可動コア 15 が固定コア 14 に吸引されて移動する際には、係止部 12 d が可動コア 15 に係止された状態で移動するので、可動コア 15 の移動開始と同時に弁体 12 も移動（開弁作動）を開始する。ただし、可動コア 15 が固定コア 14 に接触した状態であっても、弁体 12 は可動コア 15 に対して相対移動して開弁作動することが可能である。

[0027] 弁体 12 の反噴孔側にはメインスプリング S P 1 が配置され、可動コア 1

5の噴孔側にはサブスプリングSP2が配置されている。メインスプリングSP1及びサブスプリングSP2はコイル状であり、軸線C方向に変形して弾性変形する。メインスプリングSP1の弾性力(メイン弾性力 F_{s1})は、調整パイプ101からの反力として弁体12へ閉弁方向に付与される。サブスプリングSP2の弾性力(サブ弾性力 F_{s2})は、ボデー11の凹部11bからの反力として可動コア15へ吸引方向に付与される。

[0028] つまり、弁体12は、メインスプリングSP1と着座面17bとの間に挟まれており、可動コア15は、サブスプリングSP2と係止部12dとの間に挟まれている。そして、サブ弾性力 F_{s2} は可動コア15を介して係止部12dに伝達され、弁体12へ開弁方向に付与されることとなる。したがって、メイン弾性力 F_{s1} からサブ弾性力 F_{s2} を差し引いた弾性力 F_s が、弁体12へ閉弁方向に付与されているとも言える。

[0029] 図1の説明に戻り、燃料噴射制御装置20は、電子制御器21と昇圧回路22を備える。そして、電子制御器21はマイクロコンピュータ210、集積回路211、スイッチング素子SW2、SW3、SW4等を備える。また、燃料噴射制御装置20には外部に取り付けられた定電圧源であるバッテリー23から電圧が供給されている。

[0030] マイクロコンピュータ210は、中央演算装置、不揮発性メモリ(ROM)及び揮発性メモリ(RAM)等を有して構成され、内燃機関Eの負荷及び機関回転速度に基づき、燃料の要求噴射量 Q_{req} 及び目標噴射開始時期を算出する。なお、通電時間 T_i と噴射量 Q との関係を示す特性線を予め試験して取得しておき、その特性線にしたがってコイル13への通電時間 T_i を制御することで、噴射量 Q を制御する。

[0031] 例えば、上記特性線に基づき、通電時間 T_i と噴射量 Q との関係を示すマップ(T_i - Q マップ)を作成しておき、この T_i - Q マップをメモリに記憶させておく。そして、要求される噴射量に適合する通電時間 T_i を、 T_i - Q マップを参しゃくして決定する。なお、インジェクタ10に供給される燃圧、つまり、デリバリパイプ30内の燃圧が高いほど、通電時間 T_i は短

くて済む。そこで、供給燃圧毎に T_i-Q マップを作成して記憶させておき、噴射時の供給される燃圧に応じて参しゃくする T_i-Q マップを切り替える。

[0032] 集積回路211は、スイッチング素子SW2、SW3、SW4の作動を制御する噴射駆動回路211a、及び昇圧回路22の作動を制御する充電回路211bを有する。噴射駆動回路211a及び充電回路211bは、マイクロコンピュータ210から出力された噴射指令信号に基づき作動する。噴射指令信号は、インジェクタ10のコイル13への通電状態を指令する信号であり、上記した要求噴射量 Q_{req} 及び目標噴射開始時期と、後に下記するコイル電流検出値 I とに基づき、マイクロコンピュータ210により決定される。

[0033] 昇圧回路22は、チョークコイル22a、コンデンサ22b、ダイオード22c及びスイッチング素子SW1を有する。スイッチング素子SW1がオン作動とオフ作動を繰り返すように充電回路211bがスイッチング素子SW1を制御する。すると、バッテリー23端子Bat tから印加されるバッテリー電圧 $V_{bat t}$ がチョークコイル22aにより昇圧（ブースト）されて、コンデンサ22bに蓄電される。このように昇圧されて蓄電された電力の電圧が昇圧電圧 V_{boost} に相当する。

[0034] そして、噴射駆動回路211aがスイッチング素子SW2、SW4とともにオン作動させると、インジェクタ10のコイル13へ昇圧電圧 V_{boost} が印加される。一方、スイッチング素子SW2をオフ作動させてスイッチング素子SW3をオン作動させるように切り替えと、インジェクタ10のコイル13へバッテリー電圧 $V_{bat t}$ が印加される。なお、コイル13への電圧印加を停止させる場合には、スイッチング素子SW2、SW3、SW4をオフ作動させる。ダイオード212は、スイッチング素子SW2のオン作動時に、昇圧電圧 V_{boost} がスイッチング素子SW3に印加されることを防止するためのものである。

[0035] ショント抵抗213は、スイッチング素子SW4を流れる電流、つまりコ

イル 13 を流れる電流であるコイル電流を検出するためのものであり、マイクロコンピュータ 210 は、シャント抵抗 213 で生じた電圧降下量に基づき、先述したコイル電流検出値 I を検出する。

[0036] 次に、電子制御器 21 が行う、コイル電流を流すことにより生じる吸引力によるインジェクタ 10 の制御について、図 11 を用いて詳細に説明する。

[0037] 固定コア 14 で生じさせる起磁力が大きいほど、吸引力は大きくなる。つまり、コイル 13 の巻き数が同じであれば、コイル 13 に電流を大きくして起磁力を大きくするほど、吸引力は大きくなる。ただし、通電を開始してから吸引力が飽和して最大値になるまでには時間がかかる。本実施形態では、このように飽和して最大値になった時の吸引力を、静的吸引力 F_{max} と呼ぶ。

[0038] また、弁体 12 が開弁作動を開始するのに必要な吸引力を、必要開弁力 F_{open} と呼ぶ。なお、インジェクタ 10 への供給燃圧が高いほど、弁体 12 が開弁作動を開始するのに必要な吸引力である開弁開始吸引力は大きくなる。また、燃料の粘性が大きい場合等、各種状況に応じて開弁開始吸引力は大きくなる。そこで、開弁開始吸引力が最も大きくなる状況を想定した場合の開弁開始吸引力を、必要開弁力 F_{open} と定義する。

[0039] 図 11 (a) は、燃料噴射を 1 回実施する場合における、コイル 13 への印加電圧波形を示す。図示されるように、噴射指令信号により指令される電圧印加を開始する時点 t_a 、つまり、通電時間 T_i の開始時期に、昇圧電圧 V_{boost} を印加して通電を開始させている。すると、通電開始に伴いコイル電流が所定の目標電流値であるピーク電流値 I_{peak} まで上昇する（図 11 (b) 参照）。そして、先述したコイル電流検出値 I が、ピーク電流値 I_{peak} に達した t_a 時点で、通電をオフさせている。要するに、初回の通電による昇圧電圧 V_{boost} の印加により、ピーク電流値 I_{peak} までコイル電流を上昇させるように制御する。

[0040] その後、ピーク電流値 I_{peak} よりも低い値に決定されたピックアップ電流値 I_{pick} にコイル電流が維持されるように、バッテリー電圧 V_{bat}

t による通電を制御する。具体的には、コイル電流検出値 I とピックアップ電流値 I_{pick} との乖離が所定幅以内となるよう、バッテリー電圧 V_{bat} による通電オンオフを繰り返し、コイル電流の平均値がピックアップ電流値 I_{pick} に維持されるようにデューティ制御する。そして、ピックアップ電流値 I_{pick} は、静的吸引力 F_{max} が必要開弁力 F_{open} 以上となるような値に決定されている。つまり、ピックアップ電流値 I_{pick} の値の電流を維持することで昇圧電圧 V_{boost} 印加時よりも緩やかに吸引力を引き上げて、静的吸引力 F_{max} を必要開弁力 F_{open} 以上にしている。

[0041] その後、ピックアップ電流値 I_{pick} よりも低い値に決定されたホールド電流値 I_{hold} にコイル電流が維持されるように、バッテリー電圧 V_{bat} による通電を制御する。具体的には、コイル電流検出値 I とホールド電流値 I_{hold} との乖離が所定幅以内となるよう、バッテリー電圧 V_{bat} による通電オンオフを繰り返すことで、変動するコイル電流の平均値がホールド電流値 I_{hold} に維持されるようにデューティ制御する。

[0042] 図 11 (c) に示すように、吸引力は、通電開始時点 t_0 から、ピックアップ制御終了時点 t_3 までの期間に上昇し続ける。なお、吸引力の上昇速度は、通電開始時点からコイル電流検出値 I がピーク電流値 I_{peak} となる時点まで (t_0 から t_a まで) の期間よりもピックアップ制御期間 (t_b から t_3 まで) の方が遅い。そして、吸引力が上昇する期間 (t_0 から t_3 まで) のうちに吸引力が必要開弁力 F_{open} を超えることとなるよう、ピーク電流値 I_{peak} 、ピックアップ電流値 I_{pick} 及びピックアップ制御期間は決定されている。

[0043] なお、より望ましくはピックアップ制御期間で必要開弁力 F_{open} 以上の吸引力を発生させる方がよい。その理由は、昇圧電圧 V_{boost} で開弁すると急激にインジェクタの開弁してしまうので、開弁による騒音や急激な開弁による衝撃でインジェクタの故障の原因となる場合がある。よって、昇圧電圧 V_{boost} を印加して急激に開弁させるのではなく、ピックアップ

制御によって緩やかに吸引力を上昇させることで、上記の騒音や衝撃によるインジェクタの故障を防止することができる。ここで、上述したインジェクタ 10 内の燃圧による力である燃圧閉弁力とインジェクタ 10 内にあるバネ等の弾性部材の弾性力とを足し合わせた力が必要開弁力 F_{open} である。弾性部材の弾性力はほぼ一定であり、必要開弁力 F_{open} は燃圧閉弁力によって定まる。つまり、インジェクタ 10 内に供給される燃圧に応じて、ピーク電流値 I_{peak} 、ピックアップ電流値 I_{pick} 及びピックアップ制御期間は決定されていることになる。

[0044] 開弁維持制御期間 (t_4 から t_5 まで) では吸引力が所定値に維持される。開弁状態を維持するために必要な開弁維持力 F_{hold} よりも上記所定値が高くなるよう、ホールド電流値 I_{hold} は決定されている。なお、開弁維持力 F_{hold} は必要開弁力 F_{open} よりも小さい。

[0045] 噴射指令信号に含まれる噴射信号は、通電時間 T_i を指令するパルス信号であり、目標噴射開始時期よりも所定の噴射遅れ時間だけ早い時期である t_0 にパルスオン時期が決定されている。そして、パルスオンしてから、通電時間 T_i に応じた時間が経過した時点 t_5 、つまり、通電時間 T_i の終了時期にパルスオフ時期が決定されている。この噴射信号にしたがってスイッチング素子 SW_4 は作動する。

[0046] 噴射指令信号に含まれるブースト信号は、昇圧電圧 V_{boost} による通電オンオフを指令するパルス信号であり、噴射信号のパルスオンと同時にパルスオンする。その後、コイル電流検出値 I がピーク電流値 I_{peak} に達するまでの期間、ブースト信号はオンオフを繰り返す。このブースト信号のオンオフにしたがってスイッチング素子 SW_2 は作動する。これにより、図 11 の t_0 から t_a までの期間において昇圧電圧 V_{boost} が印加される。

[0047] 噴射指令信号に含まれるバッテリー 23 信号は、ピックアップ制御の開始時点 t_b でパルスオンする。その後、通電開始からの経過時間が所定時間に達するまでの期間、コイル電流検出値 I がピックアップ電流値 I_{pick} に維

持されるようにフィードバック制御するよう、バッテリー23信号はオンオフを繰り返す。さらにその後、噴射信号のパルスオフまでの期間、コイル電流検出値Iがホールド電流値I_{hold}に維持されるようにフィードバック制御するよう、バッテリー23信号はオンオフを繰り返す。このバッテリー23信号にしたがってスイッチング素子SW3は作動する。

[0048] インジェクタ10への供給燃圧は、図1に示すように、デリバリパイプ30に取り付けられた燃圧センサ31により検出されている。電子制御器21は、燃圧センサ31により検出された供給燃圧に応じて、上述したピックアップ制御を行うか否かを判定する。例えば、供給燃圧が所定値以上である場合にはピックアップ制御を許可するが、所定値未満である場合にはピックアップ制御を行わず、昇圧電流V_{boost}を印加した後に開弁維持制御を行う。

[0049] しかし、上述のインジェクタ10の制御では、バッテリー電圧V_{batt}が所定電圧(ΔV)だけ降下したときには、以下に述べるような事項がある。

[0050] 上述の及び図11で示したインジェクタ10の制御と同様に、コイル13に昇圧電圧V_{boost}を印加して通電を開始させ、コイル電流を所定の目標電流値であるピーク電流値I_{peak}まで上昇させる。このとき、昇圧電圧V_{boost}の印加によって、吸引力が必要開弁力F_{open}よりも大きくなれば開弁されるが、小さいときは上述のピックアップ制御を行う。

[0051] ここで、バッテリー電圧V_{batt}が所定電圧(ΔV)降下している場合に、降下していないときのピックアップ電流値I_{pick}を維持するには、ピックアップ制御においてデューティの幅を広げなければならない。しかし、デューティの幅を広げても降下していないときのピックアップ電流値I_{pick}を維持できないほど、バッテリー電圧V_{batt}の降下量 ΔV が大きいときには、ピックアップ電流値I_{pick}は電圧降下が発生していない場合に比べて、小さくなってしまう。すると、吸引力を必要開弁力F_{open}以上にすることができず、結局、吸引力が上昇する期間(t₀~t₃)で静的吸引力F_{max}が必要開弁力F_{open}以上にならず、インジェクタ10が開

弁できないおそれがある。

[0052] そこで、第1実施形態では、電子制御器21は、図3及び図4に示すように、バッテリー電圧 V_{bat} の所定電圧(ΔV)降下したとき、ピーク電流値 I_{peak} を上昇させる補正を行う。この補正によって、コイル13に必要な開弁力 F_{open} 以上の吸引力を発生させている。以下、第1実施形態を詳細に説明する。まず、第1実施形態の電子制御器21のマイクロコンピュータ210は、開弁制御部、開弁維持制御部及び電流補正制御部として機能する。

[0053] 図4の開弁制御部のS1では、上述したようにインジェクタ10内に供給される燃料の燃圧に応じて、図3に示すピーク電流値 I_{peak} が決定される。

[0054] 次に、電流補正制御部のS20では、バッテリー電圧 V_{bat} の降下量 ΔV に応じてピーク電流値 I_{peak} に対する上昇補正である電流補正量 I_{α} を算出する。この降下量 ΔV は、図示はしないがバッテリー23に取り付けられたバッテリー電圧 V_{bat} の検出器から送られたバッテリー電圧 V_{bat} の変化を電子制御器21が受信することで検出される。そして、電流補正量 I_{α} は、バッテリー電圧 V_{bat} の降下によって不足した吸引力を補うように決定されている。つまり、上記の降下量 ΔV だけ降下したバッテリー電圧 $V_{bat} - \Delta V$ が必要開弁力 F_{open} 以上の吸引力が発生できなくなる所定電圧値よりも小さくなった場合に、電子制御器21が電流補正量 I_{α} を算出し補正を行う。また、所定電圧値よりも小さくなった場合に補正をしてもよいし、バッテリー電圧 V_{bat} の降下量 ΔV に応じて、その都度、電流補正量 I_{α} を算出してピーク電流値 I_{peak} を補正してもよい。

[0055] そして、電流補正制御部のS21では、算出された電流補正量 I_{α} を基に、最終的なピーク電流値 $I_{peak} + I_{\alpha}$ を決定する。最終的なピーク電流値 $I_{peak} + I_{\alpha}$ は、吸引力が必要開弁力 F_{open} 以上となるように決定される。そして、電流補正制御部のS2のS20とS21とが終了する。

[0056] 次に、図4の開弁制御部のS3では、マイクロコンピュータ210は、昇

圧電圧 V_{boost} を印加する指令を集積回路 211 に送る。指令が送られると、コイル 13 に昇圧電圧 V_{boost} が印加され、コイル電流検出値 I が補正されたピーク電流値 $I_{peak} + I_{\alpha}$ 以上になるまで昇圧電圧 V_{boost} が印加され続ける。この時、昇圧電圧 V_{boost} の印加される期間は、図 3 の t_0 から t_1 までの期間であったが、第 1 実施形態では t_0 から t_a までとなっており、 $t_a - t_1$ の期間だけ昇圧電圧 V_{boost} が印加される期間が延びている。この $t_a - t_1$ の期間だけ延びた分、ピーク電流値 I_{peak} が電流補正量 I_{α} 分だけ上昇し、必要開弁力 F_{open} 以上の吸引力を得ている。

[0057] そして、図 4 の開弁制御部の S4 では、マイクロコンピュータ 210 は、コイル電流検出値 I が補正後のピーク電流値 $I_{peak} + I_{\alpha}$ 以上になっているかどうかを判定する。そして、実際にコイル 13 に流れる電流値が $I_{peak} + I_{\alpha}$ 以上であると判定されると、マイクロコンピュータ 210 は、集積回路 211 に指令を送り、昇圧電圧 V_{boost} の印加を終了する。

[0058] この後、ピックアップ制御を行う S5 が行われる。S5 では、上述したように、ピックアップ電流値 I_{pick} の値の電流を維持することで昇圧電圧 V_{boost} 印加時よりも緩やかに吸引力を引き上げて、静的吸引力 F_{max} を必要開弁力 F_{open} 以上にしている。

[0059] そして、最後に図 4 の開弁維持制御部の S6 が行われる。S6 では、インジェクタ 10 の開弁状態の維持に必要な開弁維持力 F_{hold} よりも高い吸引力を発生させるために、ホールド電流値 I_{hold} の電流値以上の電流を流す指令を集積回路 211 に送っている。なお、上述したように、開弁維持力 F_{hold} は必要開弁力 F_{open} よりも小さい。

[0060] 以上の S1 から S6 までを経て、第 1 実施形態の電子制御器 21 のマイクロコンピュータ 210 が行う制御を終了する。なお、この S6 において、インジェクタ 10 が開弁を維持しているとは、完全にインジェクタ 10 が開ききっており、これ以上、弁体 12 は可動コア 15 に対して相対移動して開弁できない状態であることを意味する。つまり、開弁維持しているときのイン

ジェクタ 10 の開弁状態は、いわゆるフルリフトしているという状態である。

[0061] 以下、第 1 実施形態における作用効果について説明する。

[0062] 第 1 実施形態において、電流補正制御部では、バッテリー電圧 V_{batt} の降下量 ΔV に応じてピーク電流値 I_{peak} の値を上昇補正し、最終的なピーク電流値 $I_{peak} + I_{\alpha}$ を決定する。よって、バッテリー電圧 V_{batt} が降下した場合でも、必要開弁力 F_{open} 以上の吸引力を得ることができる。

[0063] 詳述すると、バッテリー電圧 V_{batt} が降下した場合、上述のピックアップ制御によって必要開弁力 F_{open} 以上の吸引力を発生させることができない。そこで、第 1 実施形態の電子制御器 21 は、電流補正制御部の S20 では、バッテリー電圧 V_{batt} の降下量 ΔV に応じてピーク電流値 I_{peak} を上昇補正するように電流補正量 I_{α} を算出する。この補正によって最終的なピーク電流値は $I_{peak} + I_{\alpha}$ となり、開弁制御部の S3 において、昇圧電圧 V_{boost} がコイル 13 に印加されている期間が長くなる。すると、補正前では必要開弁力 F_{open} 以上の吸引力が発生できなかったが、昇圧電圧 V_{boost} がコイル 13 に印加されている期間が長くなり、必要開弁力 F_{open} 以上の吸引力を発生させることができる。よって、バッテリー電圧 V_{batt} 降下時でも、インジェクタ 10 を開弁して燃料噴射量の制御ができる。

[0064] 本実施形態では、バッテリー電圧が降下したときに、電子制御器が昇圧電圧をコイルに通電し、コイルに流れる電流の最大値を高めるように電流値の補正を行うことで、コイルに発生する吸引力を高めることができる。すると、バッテリー電圧の降下によって下がった吸引力を上記の補正で補い、開弁に必要な吸引力にまで高めることができる。よって、バッテリーの電源電圧が降下したときでも、インジェクタを開弁して燃料噴射量の制御ができる。

[0065] また、第 1 実施形態の燃料噴射制御装置の制御を車両駆動開始時に行うことで、上述の第 1 実施形態の作用効果を存分に発揮することができる。

[0066] 詳述すると、車両の駆動を開始させる際には、外部から内燃機関Eに動力を加えて最初の吸気と圧縮を行う必要がある。この外部から内燃機関Eに動力を加える際にスタータモータが内燃機関Eには装着されている。このスタータモータを駆動させるには、バッテリー23からの電力が必要である。さらに、バッテリー23はスタータモータの駆動以外の電源としても機能する。つまり、車両の駆動を開始させるときは、バッテリー23の電力が最も多く使用される状況である。このように車両の駆動を開始する状況下では、バッテリー電圧 V_{bat} の降下が顕著になるので、バッテリー電圧 V_{bat} を用いている上述の燃料噴射制御に悪影響を与えてしまう。このような車両駆動開始時でこそ、第1実施形態の燃料噴射制御によって、バッテリー電圧 V_{bat} が降下しても燃料噴射制御を精度よく行うことが可能となる。

[0067] さらに、第1実施形態に記載の制御を、図5(b)に示すように、1燃焼サイクル中に必要な噴射量を複数回に分けて噴射する複数回噴射を行う場合についても適用できる。

[0068] 1燃焼サイクル中に必要な噴射量を複数回に分けて噴射する複数回噴射を行う場合について説明する。現在、直噴型の内燃機関Eでは、燃焼効率を高めるために燃料噴射は1燃焼サイクル中に必要な噴射量を複数回に分けて行われていることがある。なぜなら、図5(a)に示すような一度に燃料を噴射する場合には、内燃機関Eの各気筒の側面に過剰量の燃料が付着してしまい、燃料を燃焼する際に燃え残りが発生し、最適な燃焼ができないことがある。そこで、一定量の燃料噴射を複数回に分割して噴射することで、一度の燃焼では完全に燃焼できなくても分割して燃料噴射を行うことで燃料の燃え残りを減らすことができ、燃焼効率を高めることができるからである。

[0069] 上述した複数回噴射すべてで第1実施形態の燃料噴射制御を行うと、複数回噴射する内燃機関E駆動時にバッテリー電圧 V_{bat} が降下してしまった場合でも、開弁に必要な吸引力にまで高めることができることに加え、噴射量の精度がよい複数回の噴射ができる。

[0070] また、1燃焼サイクル中に必要な噴射量を複数回に分けて噴射する複数回

噴射のうち1つの噴射を選んで第1実施形態の燃料噴射制御を行う。そして、このときに決定された電流補正量 I_{α} を残りの他の噴射に流用して、ピーク電流値 I_{peak} を補正する制御を行ってもよい。上述の複数回の噴射すべてに対して第1実施形態の燃料噴射制御を行うことに比べて、第1実施形態の燃料噴射制御を1度行い、その結果を残りの燃料噴射制御に流用するので、電子制御器21にかかる処理負荷を低減できる。

[0071] なお、第1実施形態の燃料噴射制御の結果を流用する際には、隣り合うタイミングの噴射だけに流用してもよい。例えば、図5(b)のような複数回噴射が行われた場合、隣り合うタイミングの噴射とは第1燃料噴射と第2燃料噴射、又は第2燃料噴射と第3燃料噴射のことを指す。つまり、第1燃料噴射で第1実施形態の燃料噴射制御を行い、算出された電流補正量 I_{α} を第2燃料噴射に流用して燃料噴射制御を行う。そして、第3燃料噴射では、再び第1実施形態の燃料噴射制御を行うということである。同様に、第1燃料噴射で第1実施形態の燃料噴射制御を行い、再び第2燃料噴射で第1実施形態の燃料噴射制御を行い、第2燃料噴射で算出された電流補正量 I_{α} を第3燃料噴射に流用して燃料噴射制御を行ってもよい。

[0072] 要するに、1燃焼サイクル中に必要な噴射量を複数回に分けて噴射する複数回噴射を任意に選択して第1実施形態の燃料噴射制御を行い、残りの選択されなかった燃料噴射に対して任意に燃料噴射制御の結果を流用してもよい、ということである。

[0073] また、複数回噴射を行い、第1実施形態の燃料噴射制御の結果を流用する際には、第1実施形態の燃料噴射制御は複数回噴射前に行われることが望ましい。つまり、上述の燃料噴射制御を行った後、実際に複数回噴射を行うということである。

[0074] (第2実施形態)

以下、本開示に係る第2実施形態の燃料噴射制御装置について、図面を参照しながら説明する。なお、第1実施形態と同様の構成についての説明は省略する。

- [0075] 図6は、第2実施形態の燃料噴射制御のフローチャートを示したものである。第2実施形態の電子制御器21のマイクロコンピュータ210は、開弁制御部、開弁維持制御部及び電流補正制御部として機能する。
- [0076] 第1実施形態と異なる点は、電流補正制御部のS20Aにおいて第2実施形態では、バッテリー電圧 V_{bat} の降下量 ΔV とインジェクタ10内に供給される燃料の燃圧に応じて、ピーク電流値 I_{peak} に対する電流補正量 I_{α} を算出している点である。
- [0077] 第2実施形態の電子制御器21では、図6のS20Aにおいて、あらかじめ、バッテリー電圧 V_{bat} の降下量 ΔV とインジェクタ10内に供給される燃圧に対応するピーク電流の電流補正量 I_{α} の関係を示すマップを作成しておく。そして、このマップを電子制御器21のメモリに記憶させておき、要求される電流補正量 I_{α} をこのマップを参しゃくすることで決定する。その後、第1実施形態と同様のフローが行われる。
- [0078] 以下、第2実施形態における作用効果について説明する。
- [0079] 第2実施形態では、第1実施形態と異なり、バッテリー電圧 V_{bat} の降下量 ΔV とインジェクタ10内に供給される燃圧の値に応じて、ピーク電流値 I_{peak} に対する電流補正量 I_{α} を算出している。よって、第1実施形態よりも精度の高い補正をすることができる。
- [0080] 詳述すると、第1実施形態の電流補正制御部のS20Aでは、バッテリー電圧 V_{bat} の降下量 ΔV に応じてピーク電流値の電流補正量 I_{α} を算出していた。ここで、バッテリー電圧 V_{bat} が降下した場合でもインジェクタ10内に供給される燃料の圧力が低ければ、必要開弁力 F_{open} は上述したように弾性部材の弾性力と燃圧による力との和になっているので、必要開弁力 F_{open} は低くなる。このときに、バッテリー電圧 V_{bat} が降下したと判断して、ピーク電流を補正して吸引力を高めてしまうと、無駄に大きな力を発生させてしまう。すると、過剰な吸引力によって可動コア及び弁体が急激に摺動すると、この急激な摺動によって内燃機関E内に異音が発生することが起こる。また、固定コアに可動コアが勢いよくぶつかることで、お

互いにぶつかったときの衝突面で摩耗が発生し、インジェクタ 10 の故障の原因になることが考えられる。さらに、必要以上にピーク電流値を上昇補正してしまうので、コイル 13 で消費される電力が高まってしまい発熱量の増加となり、コイル 13 の電気抵抗が増加することで、さらに開弁性能が悪化することもあると考えられる。

[0081] そこで、第 2 実施形態の電流補正制御部の S 20 A では、バッテリー電圧 V_{bat} の降下量 ΔV とインジェクタ 10 内に供給される燃料の圧力とに応じてピーク電流値の電流補正量 I_{α} を算出する。よって、上述のように、バッテリー電圧 V_{bat} が降下しても、燃圧が低く必要開弁力 F_{open} が低い場合に、この必要開弁力以上の吸引力を発生するために必要なピーク電流値の電流補正量 I_{α} を、正確に算出することができる。したがって、第 2 実施形態の電流補正制御部の S 20 A によって、上述した課題である異音の発生、衝突面で摩耗、消費電力が上がることによるコイル 13 の発熱を抑制することができる。

[0082] なお、第 2 実施形態は、第 1 実施形態と同様に、内燃機関 E 内に複数回の噴射が行われる場合についても適用できる。そして、このように適用した際の作用効果は、上述の作用効果に加え、第 2 実施形態の作用効果を組み合わせた効果を奏する。

[0083] (第 3 実施形態)

以下、本開示に係る第 3 実施形態の燃料噴射制御装置について、図面を参照しながら説明する。なお、第 1 及び第 2 実施形態と同様の構成についての説明は省略する。

[0084] 第 3 実施形態では、第 1 及び第 2 実施形態と異なり、電子制御器 21 のマイクロコンピュータ 210 は、開弁制御部、開弁維持制御部及び電流継続制御部として機能する。この電流継続制御部の S 7 における S 70 から S 74 まででは、ピーク電流値 I_{peak} の補正を行わず、昇圧電圧 V_{boost} を所定期間デューティ制御する。そして、コイル 13 に流れる電流の平均値をピーク電流値 I_{peak} である状態を継続する制御が行われている。

[0085] 図7を用いて詳細に説明すると、第3実施形態の図8の開弁制御部のS1では、第1及び第2実施形態と同様に、始めに、上述したようにインジェクタ10内に供給される燃圧に応じて、図7に示すピーク電流値 I_{peak} が決定される。

[0086] 次に、図8に示すように電流継続制御部のS70を行う。S70では、昇圧電圧 V_{boost} をデューティ制御することでコイル13に流れる電流の平均値がピーク電流値 I_{peak} である状態を所定期間継続する継続期間を、バッテリー電圧 V_{bat} の降下量 ΔV に応じて算出する。この継続期間とは図7に示す t_1 から t_b までの期間のことである。また、継続期間は、ピーク電流値 I_{peak} である状態を継続することで、バッテリー電圧 V_{bat} の降下によって必要開弁力 F_{open} 以上にするために不足した吸引力を補うように決定されている。つまり、上記の降下量 ΔV だけ降下したバッテリー電圧 $V_{bat} - \Delta V$ が必要開弁力 F_{open} 以上の吸引力が発生できなくなる所定電圧値よりも小さくなった場合に、電子制御器21が継続期間を算出する。その後、ピーク電流値 I_{peak} である状態を継続期間延ばす制御を行う。このとき、延ばす期間はバッテリー電圧 V_{bat} の降下量 ΔV によって決定される。また、上述したように所定電圧値よりも小さくなった場合にS70の制御をしてもよいし、バッテリー電圧 V_{bat} の降下量 ΔV に応じて、その都度、継続期間を算出してS70の制御をしてもよい。

[0087] そして、図8の電流継続制御部のS71では、昇圧電圧 V_{boost} をコイル電流検出値 I がピーク電流値 I_{peak} になるまでコイル13に印加する指令を集積回路211に送る。この時、コイル電流検出値 I がピーク電流値 I_{peak} になったものの、コイル13に発生した吸引力は必要開弁力 F_{open} 以上の値にはなっていない。

[0088] そして、図8の電流継続制御部のS72では、コイル電流検出値 I が補正後のピーク電流値 $I_{peak} + I_{\alpha}$ 以上になっているかどうかを判定する。

[0089] 次に、図8のS72でコイル電流検出値 I がピーク電流値 I_{peak} 以上であると判定されると、図8の電流継続制御部のS73では、昇圧電圧 V_b

o o s t をデューティ制御する。そして、コイル電流検出値 I の平均値がピーク電流値 I_{peak} となるように、上述の継続期間だけ制御する。上述の継続期間はバッテリー電圧 V_{bat} の降下によって不足した吸引力を補うように決定されているので、ピーク電流値 I_{peak} である状態を継続期間ずっと継続すると、吸引力は必要開弁力 F_{open} 以上になる。つまり、図 8 の S 7 4 で、ピーク電流値 I_{peak} である状態を継続期間以上継続したと判定すると、S 7 4 を終了させる。

[0090] その後、第 1 及び第 2 実施形態と同様に開弁制御部の S 5 が行われ、最後に、第 1 及び第 2 実施形態と同様に開弁維持制御部の S 6 を行い、第 3 実施形態の電子制御器 2 1 のマイクロコンピュータ 2 1 0 が行う制御が終了する。

[0091] 以下、第 3 実施形態における作用効果について説明する。

[0092] 第 3 実施形態では、電子制御器 2 1 は、バッテリー電圧 V_{bat} の降下量 ΔV に応じて算出された継続期間の間だけ昇圧電圧 V_{boost} をデューティ制御して、コイル電流検出値 I の平均値をピーク電流値 I_{peak} する電流継続制御を行う。これによって、上述の実施形態では、昇圧電圧 V_{boost} が印加されている期間は t_0 から t_1 であったが、第 3 実施形態では t_0 から t_b までに延びている。よって、昇圧電圧 V_{boost} によるコイル電流の急激な上昇とともに、吸引力が急激に上昇する。したがって、バッテリー電圧 V_{bat} 降下時でも必要開弁力 F_{open} 以上の吸引力を発生させることができ、第 1 実施形態と同様に、バッテリー電圧 V_{bat} 降下時でもインジェクタ 1 0 を開弁して燃料噴射量の制御を行うことができる。

[0093] 本実施形態では、バッテリー電圧の降下量に応じて算出された継続期間の間だけコイルに流れる電流の平均値が最大値である状態を継続して、吸引力が急激に上昇している状態を継続できる。したがって、バッテリー電圧降下時でも開弁に必要な吸引力を発生させることができ、バッテリー電圧降下時でもインジェクタを開弁して燃料噴射量の制御を行うことができる。

[0094] (第 4 実施形態)

以下、本開示に係る第4実施形態の燃料噴射制御装置について、図面を参照しながら説明する。なお、第1及び第3実施形態と同様の構成についての説明は省略する。

[0095] 第4実施形態では、第1、第2及び第3実施形態と異なり、電子制御器21のマイクロコンピュータ210は、ピーク電流値 I_{peak} の補正を行う前に、あらかじめプレ電流値 I_{pre} の大きさの電流をコイル13に流す開弁補助制御を行う開弁補助制御部として機能する。

[0096] 図9を用いて説明すると、開弁補助制御部のS8では、上述した開弁制御前にバッテリー電圧 V_{bat} をデューティ制御して、コイル電流の平均値がプレ電流値 I_{pre} に決定されている。つまり、昇圧電圧 V_{boost} が印加開始時である t_0 より以前からプレ電流値 I_{pre} となるようにバッテリー電圧 V_{bat} をデューティ制御している。すると、図9の t_0 より前でプレ電流値 I_{pre} のコイル電流が発生しているので、コイル13に発生している吸引力は徐々に増加していく。このように、プレ電流値 I_{pre} の電流を流すことで、あらかじめコイル13に吸引力を発生させている。また、このプレ電流値 I_{pre} の大きさは上述のピックアップ電流値 I_{pick} とホールド電流値 I_{hold} に比べて小さい値に決定されている。

[0097] その後、第1、第2及び第3実施形態の開弁制御と同様に、昇圧電圧 V_{boost} が印加され吸引力が急激に増加し、必要開弁力 F_{open} 以上の吸引力が発生している。

[0098] つまり、上述の開弁補助制御のS8では、インジェクタ10の開弁に必要な吸引力を発生補助を行っている。

[0099] 以下、第4実施形態における作用効果について説明する。

[0100] 上述した第1実施形態や第2実施形態では、電流補正制御部の機能によって決定された最終的なピーク電流値 $I_{peak} + I_{\alpha}$ を目標にしてコイル電流を急激に上昇させる制御を行っている。コイル電流の急激な上昇とともにコイル13に発生する吸引力も急激に上昇する。すると、急激に可動コアが引き寄せられ固定コアに勢いよく衝突してしまう。その結果、可動コアと固

定コアとが衝突した衝撃による異音の発生や、可動コアと固定コアどうしが摩耗してインジェクタ 10 の故障の原因となることがある。

[0101] そこで、第 4 実施形態では、開弁制御前にもかかわらず、バッテリー電圧 V_{bat} をデューティ制御することでプレ電流値 I_{pre} のコイル電流を発生させ、所定の大きさの吸引力を発生させている。これによって、あらかじめ発生させた吸引力により上述の開弁制御部の S 3 及び S 4 で急激にコイル 13 の吸引力を上昇させなくても、十分に必要開弁力 F_{open} 以上の吸引力を発生させることができる。よって、急激に可動コアが摺動することがないので、異音の発生や可動コアと固定コアとの摩耗の発生を抑制することができる。

[0102] また、図 10 に示すように、第 3 実施形態と同様に、コイル電流がピーク電流値 I_{peak} である状態を上述の継続期間継続して、必要開弁力 F_{open} 以上の吸引力を発生させる第 4 実施形態の変形例についての作用効果を述べる。

[0103] 第 4 実施形態と同様に、開弁制御部による制御前にもかかわらず、バッテリー電圧 V_{bat} をデューティ制御することでプレ電流値 I_{pre} のコイル電流を発生させ、所定の大きさの吸引力を発生させている。よって、プレ電流値 I_{pre} の分で発生した吸引力のおかげで、必要開弁力 F_{open} 以上の吸引力を他の実施形態よりも早く発生させることができる。つまり、図 7 に示すように第 3 実施形態では継続期間は t_1 から t_2 までの期間であったが、図 10 に示すように第 4 実施形態の変形例では t_1 から t_b までの期間となり、 $t_2 - t_b$ の分だけ継続期間は短縮されている。したがって、コイル電流をピーク電流値 I_{peak} の大きさに流し続ける期間が短くなるので、コイル 13 で消費される電力を低減することができる。

[0104] (他の実施形態)

以上、開示の好ましい実施形態について説明したが、本開示は上述した実施形態になんら制限されることなく、以下に例示するように種々変形して実施することが可能である。各実施形態で具体的に組合せが可能であることを

明示している部分どうしの組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、明示していなくとも実施形態どうしを部分的に組み合わせることも可能である。

[0105] 上述の第2実施形態では、バッテリー電圧 V_{batt} の降下量 ΔV とインジェクタ 10 内に供給される燃圧の値に応じて、ピーク電流値 I_{peak} に対する電流補正量 I_{α} を算出している。しかしながら、インジェクタ 10 内に供給される燃圧の値だけでなく、燃料の温度や粘性といった燃圧以外の他の燃料特性を適宜組み合わせて電流補正量 I_{α} を算出してもよい。

[0106] また、燃料の特性だけでなく、インジェクタ 10 内の弾性部材の動作回数を記憶し、この摺動回数を、電流補正量 I_{α} を算出するときに参しゃくしてもよい。インジェクタ 10 の開弁と閉弁動作を繰り返すと弾性部材は疲労し、その弾性力は低下していく。よって、弾性部材の動作回数によってインジェクタ 10 の必要開弁力 F_{open} が変化する。したがって、弾性部材の動作回数を、電流補正量 I_{α} を算出するときに参しゃくすることで精度の高い補正をすることができる。

[0107] さらに、動作回数以外にも、コイル 13 の温度も電流補正量 I_{α} を算出するときに参しゃくすることで精度の高い補正をすることができる。

[0108] 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] 内燃機関（E）内に燃料を噴射するインジェクタ（10）の作動を制御する燃料噴射制御装置において、
- 前記インジェクタ内のコイル（13）に通電することで、前記インジェクタの開閉を制御する電子制御器（21）と、
- バッテリー（23）から供給される電圧であるバッテリー電圧を昇圧して昇圧電圧を発生させる昇圧回路（22）と、を備え、
- 前記電子制御器は、
- 前記昇圧電圧を前記コイルに印加することに加え、その後、前記バッテリー電圧を前記コイルに印加して前記インジェクタが開弁を開始するのに必要な吸引力である必要開弁力を発生させる開弁制御を行う開弁制御部（S1、S3、S4、S5）と、
- 前記開弁制御の後、前記バッテリー電圧を前記コイルに印加して前記インジェクタの開弁を維持する吸引力であり、前記必要開弁力よりも小さい開弁維持力を発生させる開弁維持制御を行う開弁維持制御部（S6）と、
- 前記開弁制御中に前記昇圧電圧を前記コイルに印加したとき流れる電流の最大値を、前記バッテリー電圧の降下量に応じて高める補正をする電流補正制御を行う電流補正制御部（S2）と、を有する燃料噴射制御装置。
- [請求項2] 前記電流補正制御が行われた場合に、前記昇圧電圧が前記コイルに印加されているときに前記必要開弁力の吸引力が発生している請求項1に記載の燃料噴射制御装置。
- [請求項3] 前記電流補正制御での補正量は、前記バッテリー電圧の降下量と前記インジェクタに供給される燃料の圧力とに応じて前記電流補正制御部により決定される請求項1又は2に記載の燃料噴射制御装置。
- [請求項4] 前記内燃機関の駆動開始時に前記電流補正制御が行われる請求項1から3までのいずれか1項に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項5] 前記電流補正制御部は、1 燃焼サイクル中に必要な噴射量を複数回に分けて噴射する複数回噴射を行う前記内燃機関の駆動時に行われる前記複数回噴射のすべてについて、前記電流補正制御を行う請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項6] 前記電流補正制御部は、1 燃焼サイクル中に必要な噴射量を複数回に分けて噴射する複数回噴射を行う前記内燃機関の駆動時に、前記複数回噴射のうちいずれか 1 回の噴射を選択して前記電流補正制御を行い、前記電流補正制御によって算出された補正量を選択されなかった噴射に流用して前記電流補正制御を行う請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項7] 内燃機関（E）内に燃料を噴射するインジェクタ（10）の作動を制御する燃料噴射制御装置において、

前記インジェクタ内のコイル（13）に通電することで、前記インジェクタの開閉を制御する電子制御器（21）と、

バッテリー（23）から供給される電圧であるバッテリー電圧を昇圧して昇圧電圧を発生させる昇圧回路（22）と、を備え、

前記電子制御器は、

前記昇圧電圧を前記コイルに印加することに加え、その後、前記バッテリー電圧を前記コイルに印加して前記インジェクタが開弁を開始するのに必要な吸引力である必要開弁力を発生させる開弁制御を行う開弁制御部（S1、S5）と、

前記開弁制御の後、前記バッテリー電圧を前記コイルに印加して前記インジェクタの開弁を維持する吸引力であり、前記必要開弁力よりも小さい開弁維持力を発生させる開弁維持制御を行う開弁維持制御部（S6）と、

前記開弁制御中に前記昇圧電圧を前記コイルに印加したとき流れる電流が最大値となった後、前記コイルに流れる電流の平均値が前記最大値である状態を所定期間継続し、

前記バッテリー電圧の降下量に応じて前記所定期間を延ばす決定する電流継続制御を行う電流継続制御部（S 7）と、を有する燃料噴射制御装置。

[請求項8] 前記電流継続制御が行われた場合に、前記昇圧電圧が前記コイルに印加されているときに前記必要開弁力の吸引力が発生している請求項7に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項9] 前記所定期間は、前記バッテリー電圧の降下量と前記インジェクタに供給される燃料の圧力とに応じて前記電流継続制御部により決定される請求項7又は8に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項10] 前記内燃機関の駆動開始時に前記電流継続制御が行われる請求項7から9までのいずれか1項に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項11] 前記電流継続制御部は、1 燃焼サイクル中に必要な噴射量を複数回に分けて噴射する複数回噴射を行う前記内燃機関の駆動時に行われる前記複数回噴射のすべてについて、前記電流継続制御を行う請求項7から10までのいずれか1項に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項12] 前記電流継続制御部は、1 燃焼サイクル中に必要な噴射量を複数回に分けて噴射する複数回噴射を行う前記内燃機関の駆動時に、前記複数回噴射のうちいずれか1回の噴射を選択して前記電流継続制御を行い、前記電流継続制御によって算出された前記所定期間を選択されなかった噴射に流用して前記電流継続制御を行う請求項7から10までのいずれか1項に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項13] 前記電子制御器は、前記開弁制御を行う前に、前記バッテリー電圧を前記コイルに印加することにより発生した吸引力で前記インジェクタの開弁を補助する開弁補助制御を行う開弁補助制御部（S 8）を有する請求項1から12までのいずれか1項に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項14] 内燃機関（E）内に燃料を噴射するインジェクタ（10）と、
前記内燃機関の各気筒の前記インジェクタに前記燃料を分配して供給するデリバリパイプ（30）と、

前記燃料の圧力を高めた高圧燃料を前記デリバリパイプ内に送る高圧ポンプ（４０）と、

前記デリバリパイプに取り付けられ、前記デリバリパイプ内の前記燃料の燃圧を検出する燃圧センサ（３１）と、を備える燃料噴射システムにおいて、

前記インジェクタ内のコイル（１３）に通電することで、前記インジェクタの開閉を制御する電子制御器（２１）と、バッテリー（２３）から供給される電圧であるバッテリー電圧を昇圧して昇圧電圧を発生させる昇圧回路（２２）と、を有する燃料噴射制御装置（２０）を備え、

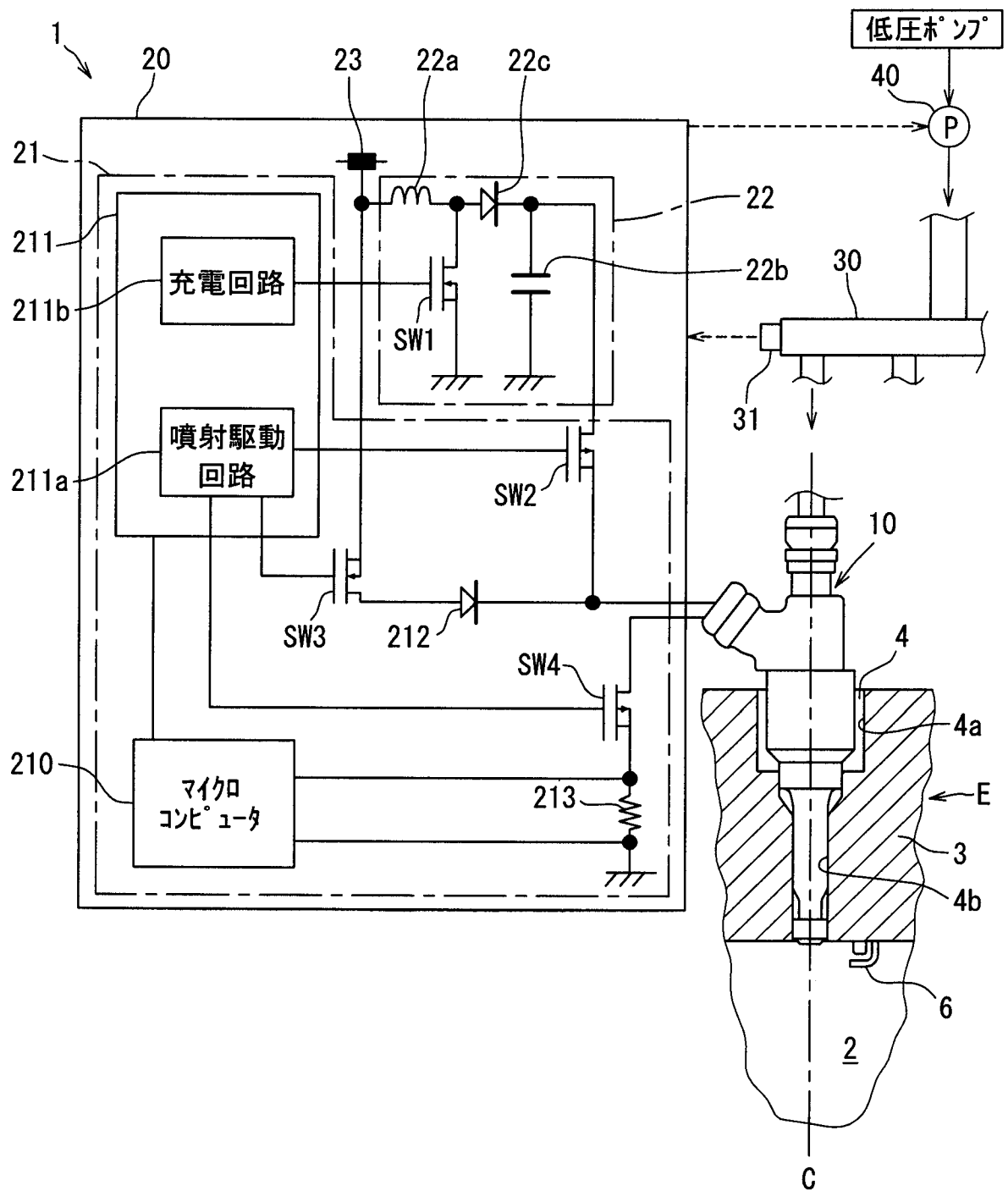
前記電子制御器は、

前記昇圧電圧を前記コイルに印加することに加え、その後、前記バッテリー電圧を前記コイルに印加して前記インジェクタが開弁を開始するのに必要な吸引力である必要開弁力を発生させる開弁制御を行う開弁制御部（Ｓ１、Ｓ３、Ｓ４、Ｓ５）と、

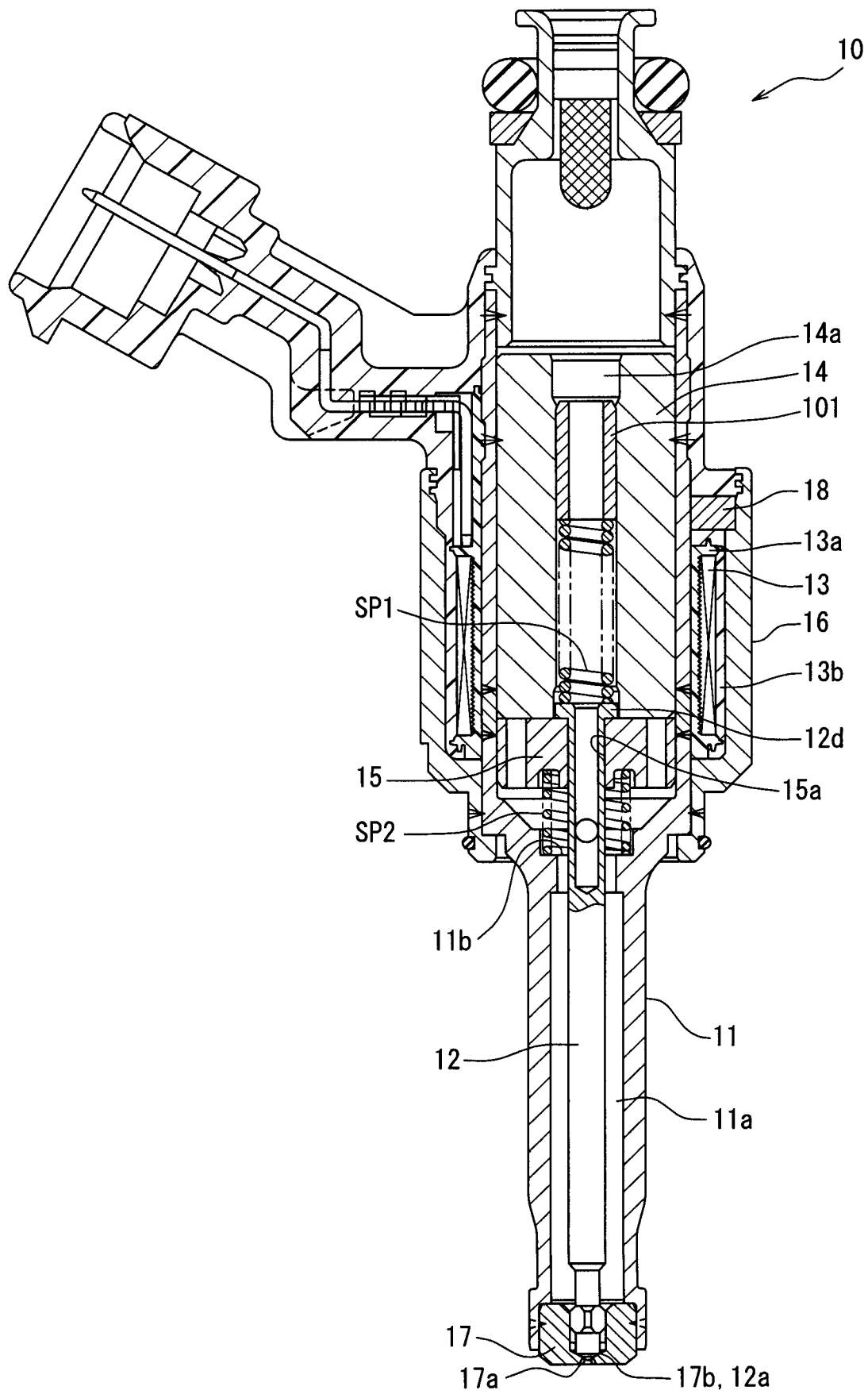
前記開弁制御の後、前記バッテリー電圧を前記コイルに印加して前記インジェクタの開弁を維持する吸引力であり、前記必要開弁力よりも小さい開弁維持力を発生させる開弁維持制御を行う開弁維持制御部（Ｓ６）と、

前記開弁制御中に前記昇圧電圧を前記コイルに印加したとき流れる電流の最大値を、前記バッテリー電圧の降下量に応じて高める補正をする電流補正制御を行う電流補正制御部（Ｓ２）と、を有する燃料噴射システム。

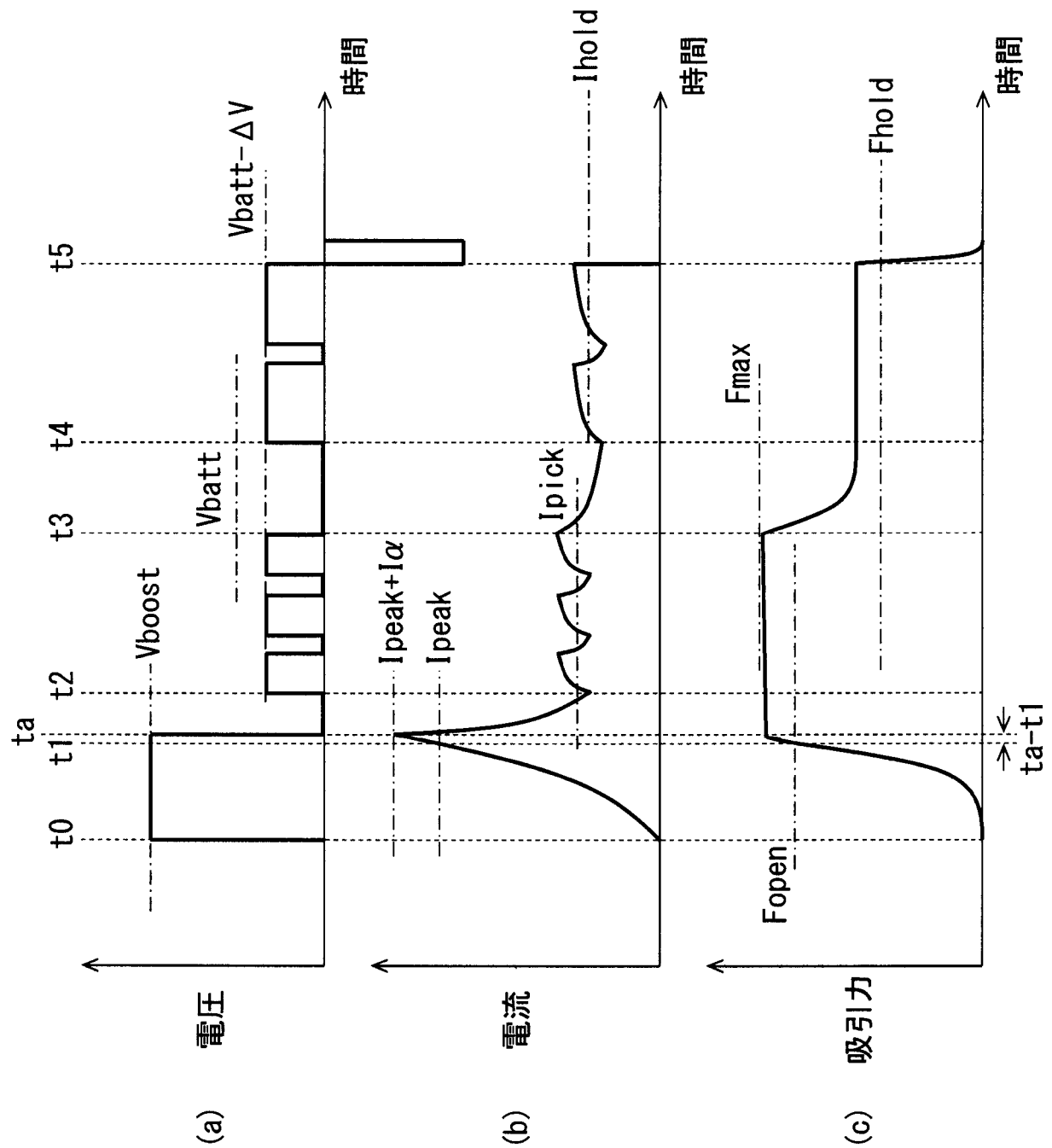
[図1]



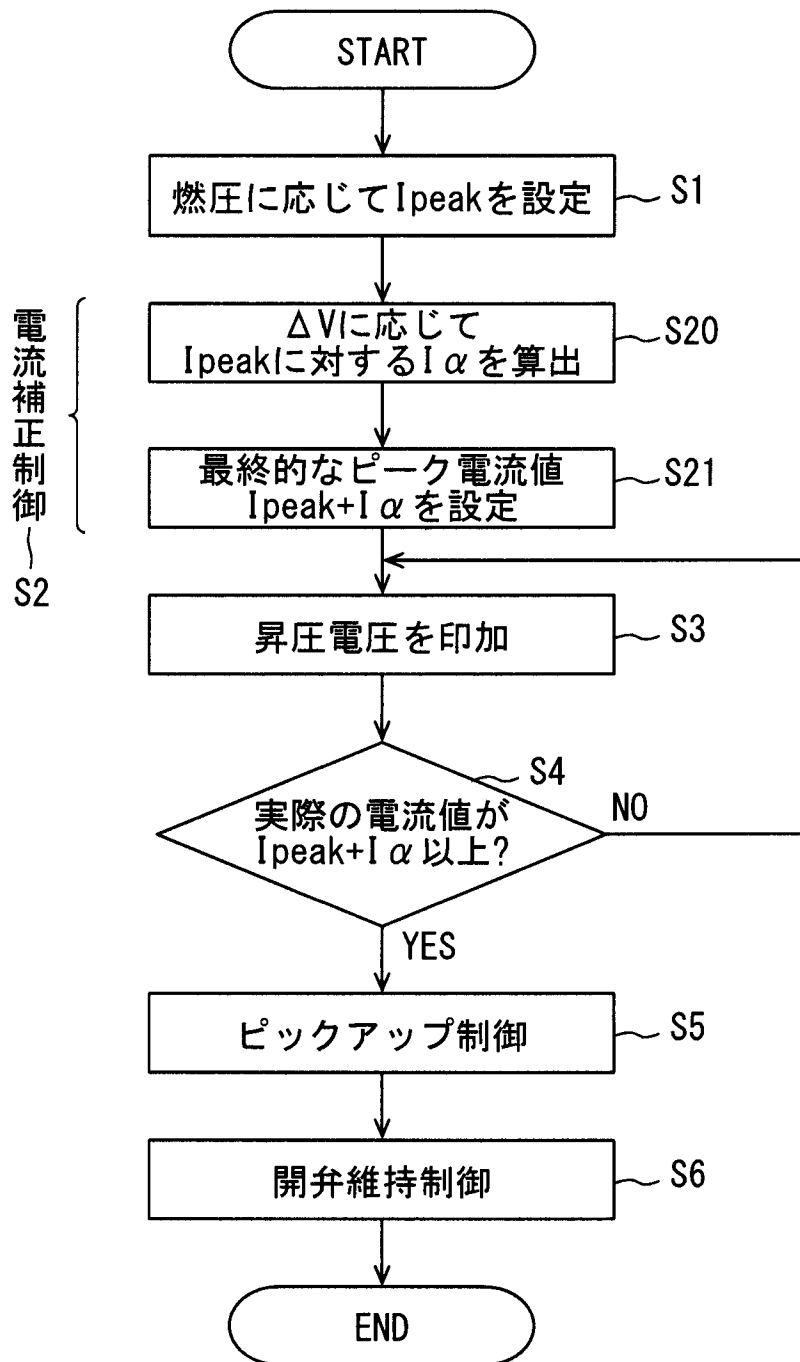
[図2]



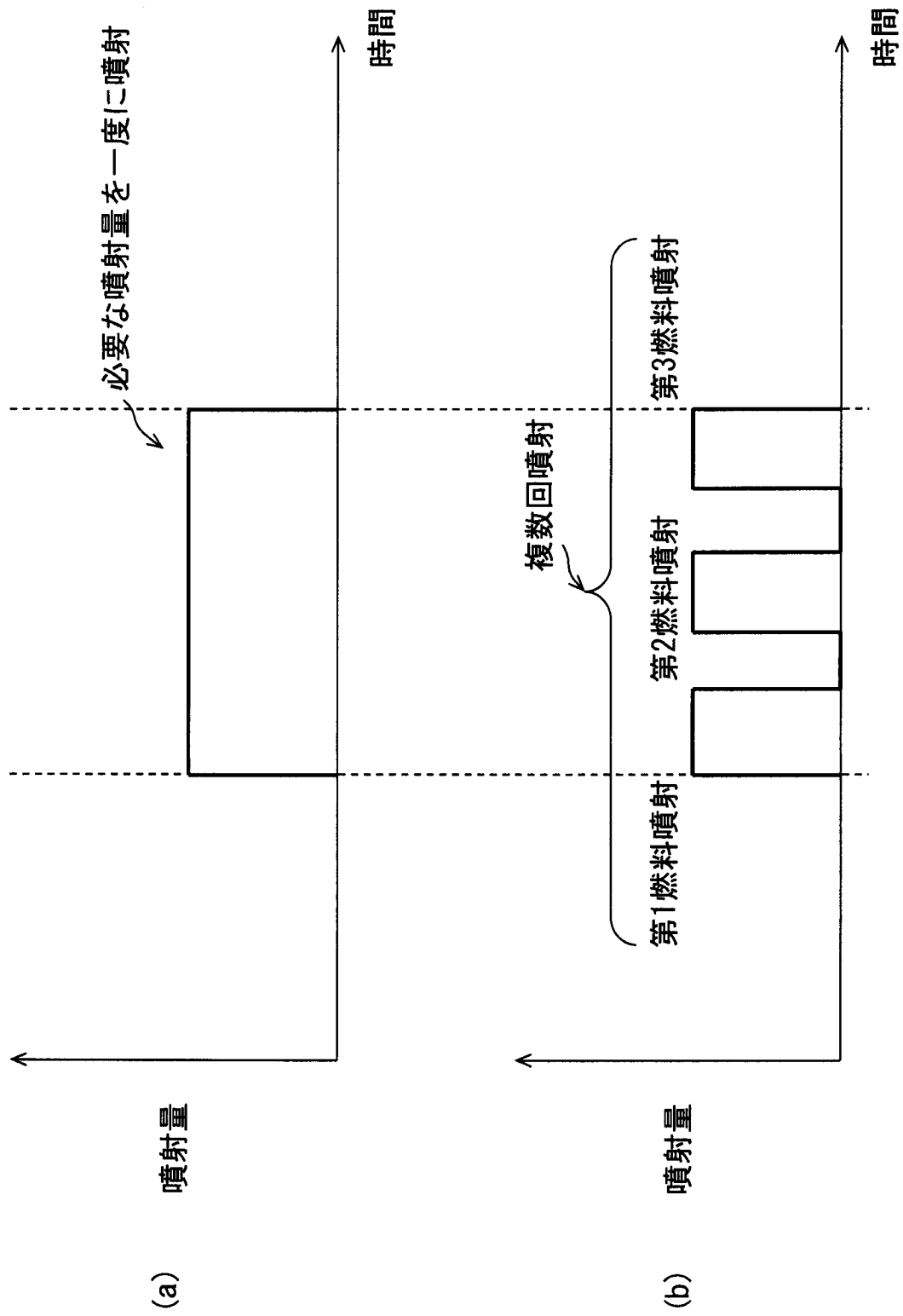
[図3]



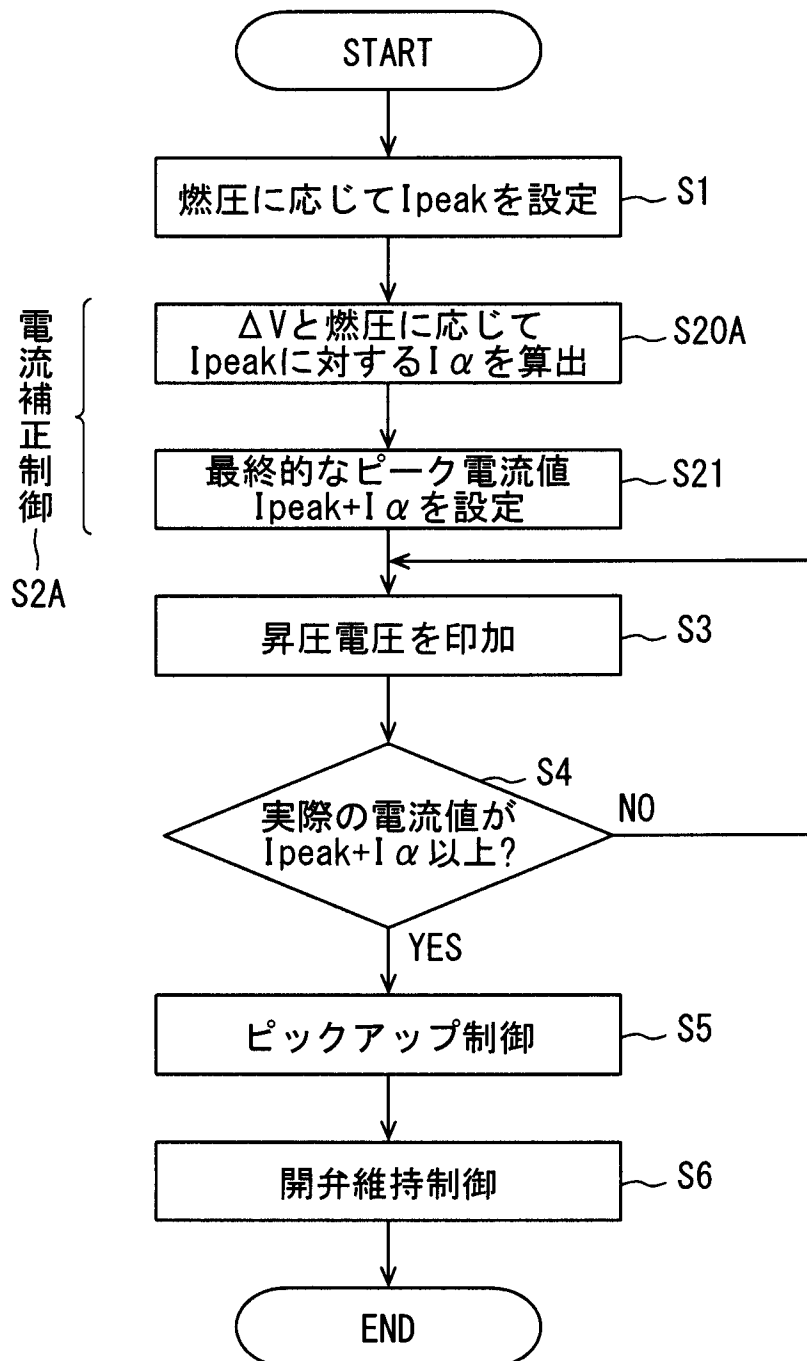
[図4]



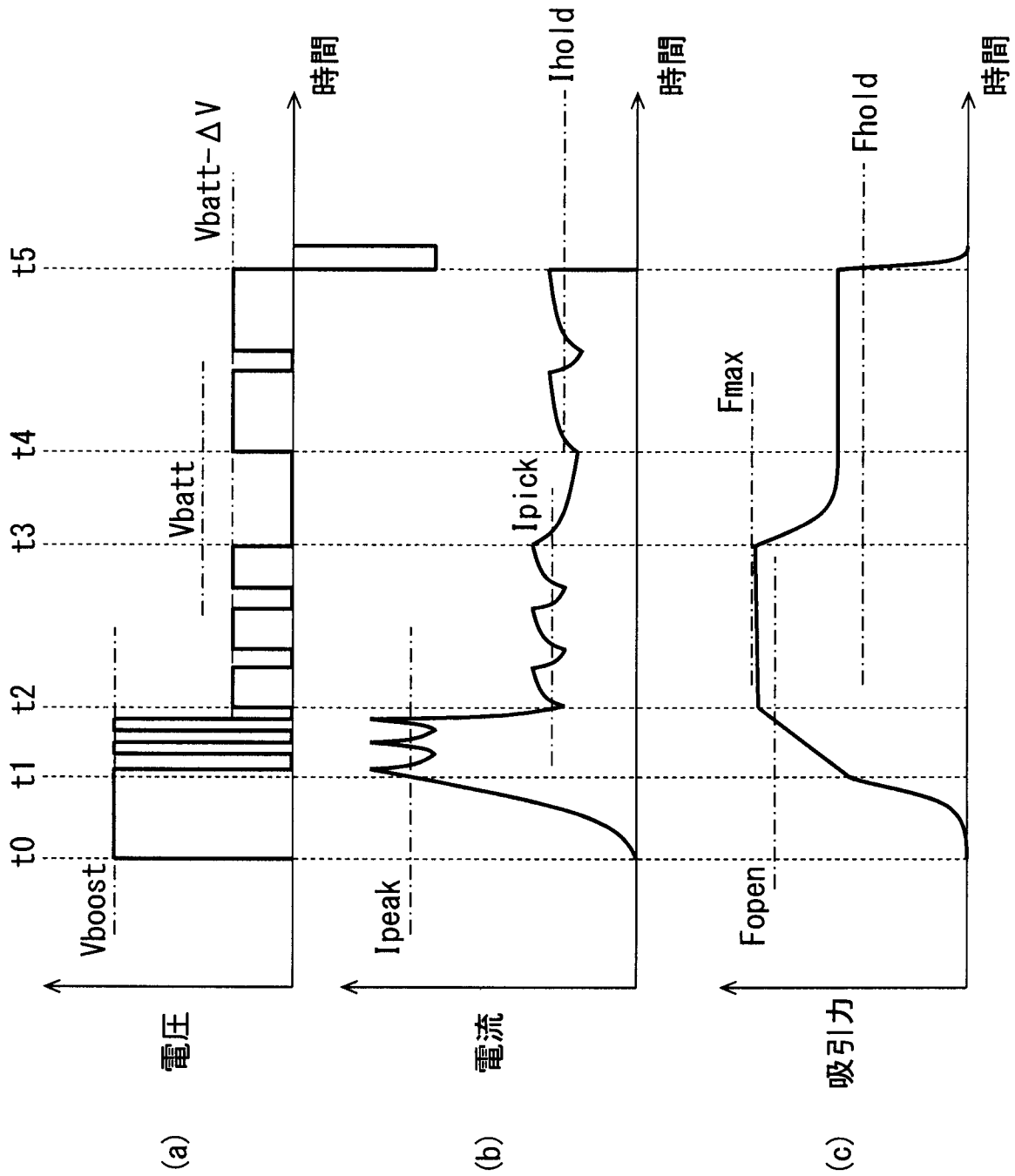
[図5]



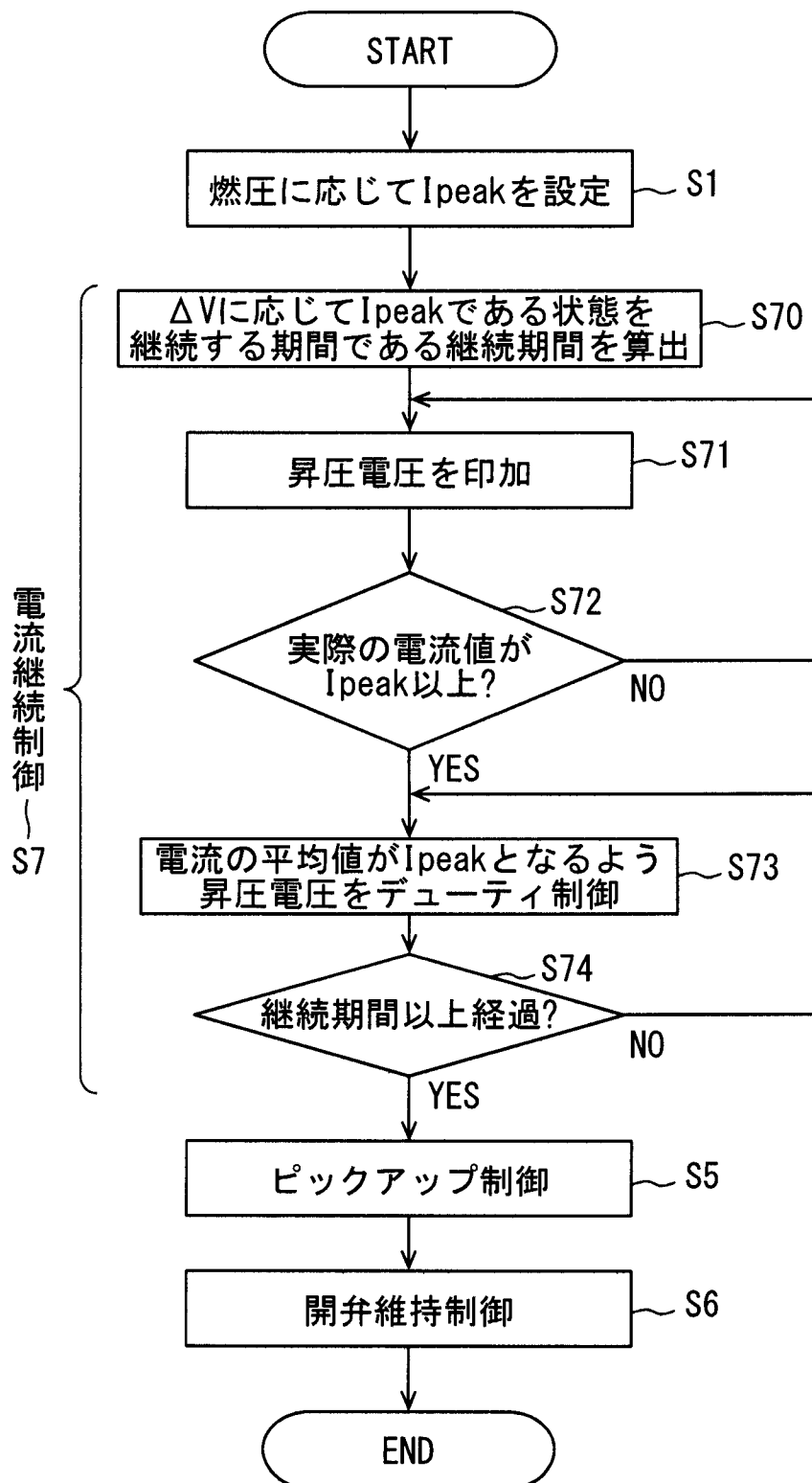
[図6]



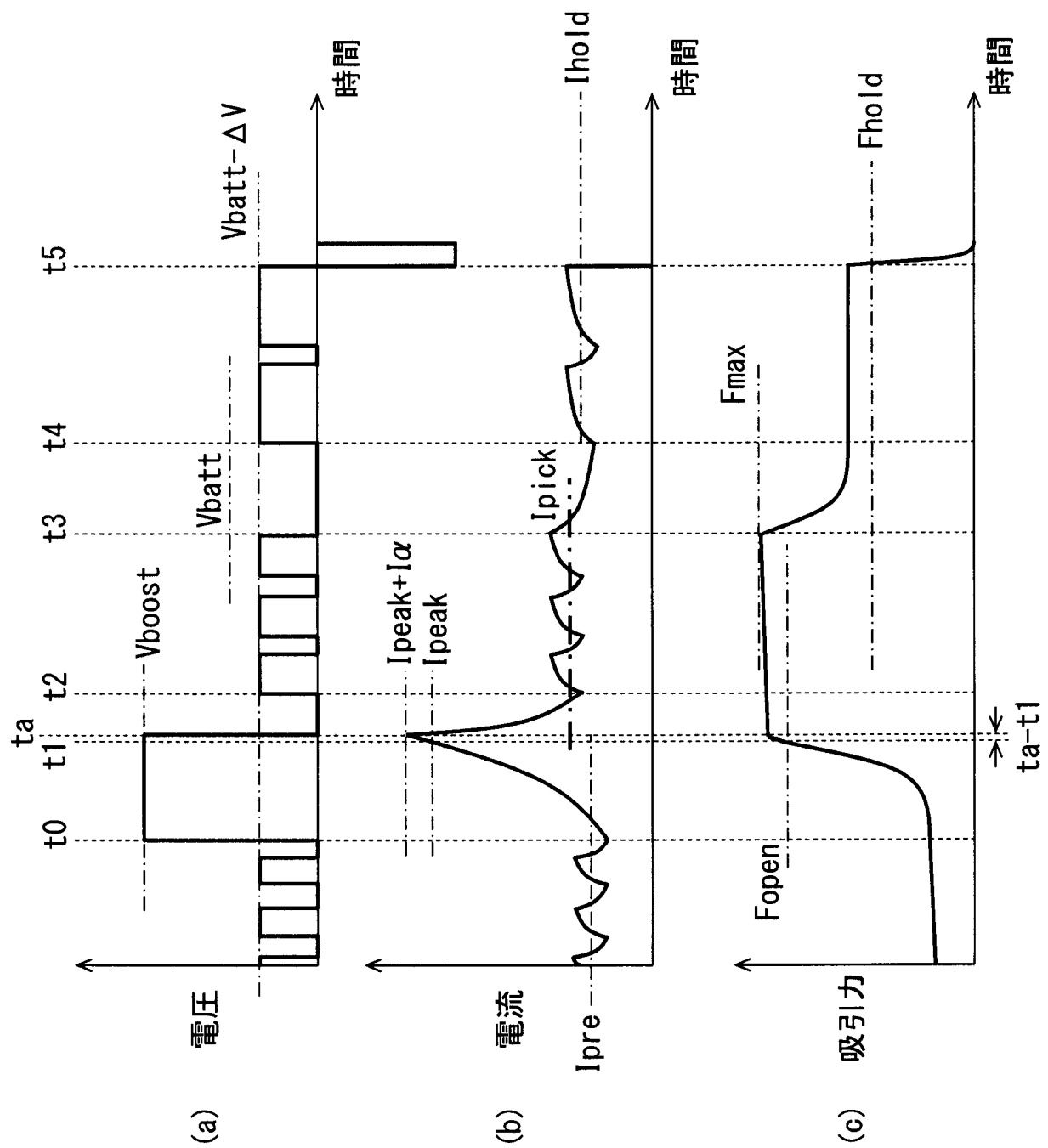
[図7]



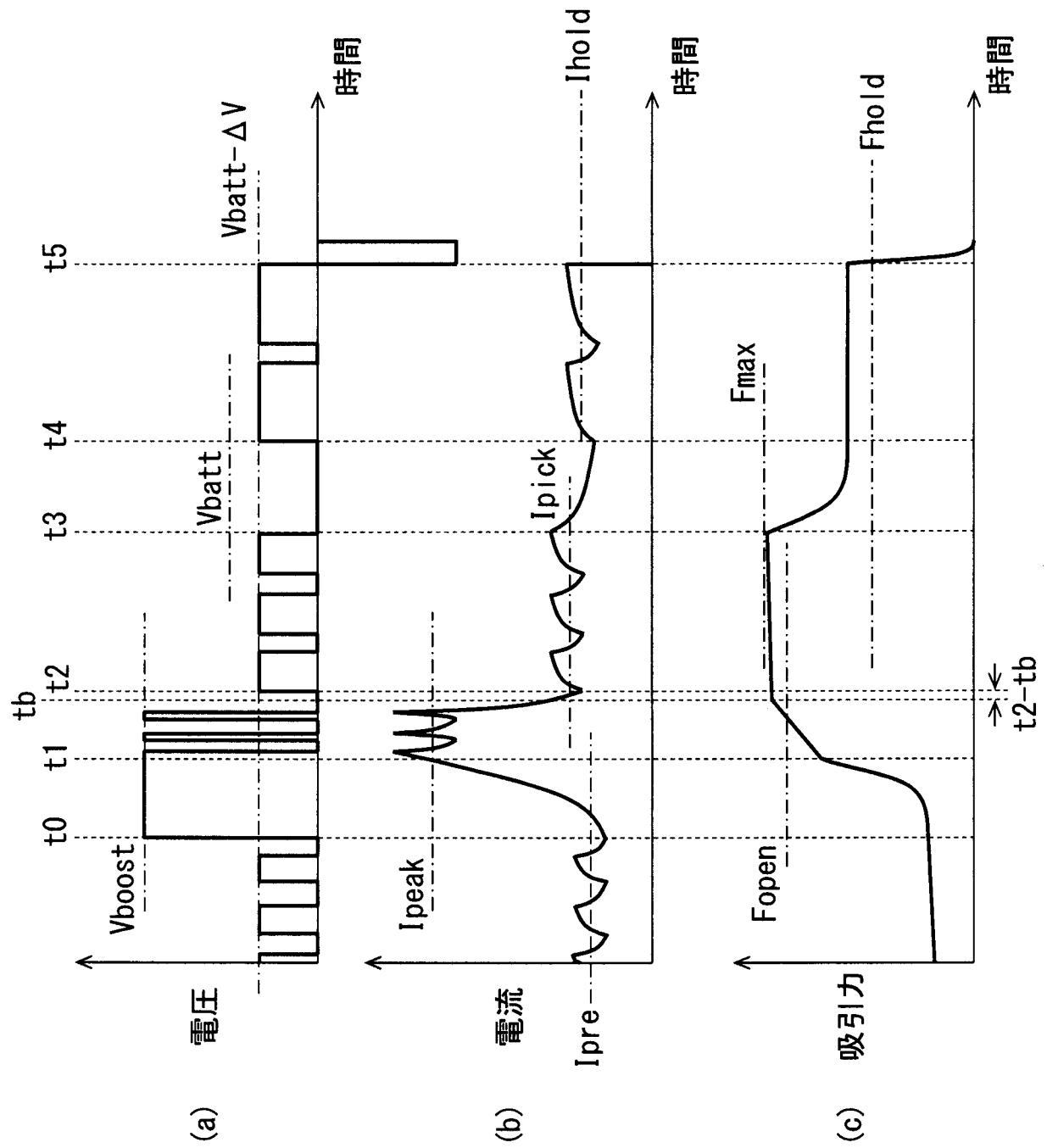
[図8]



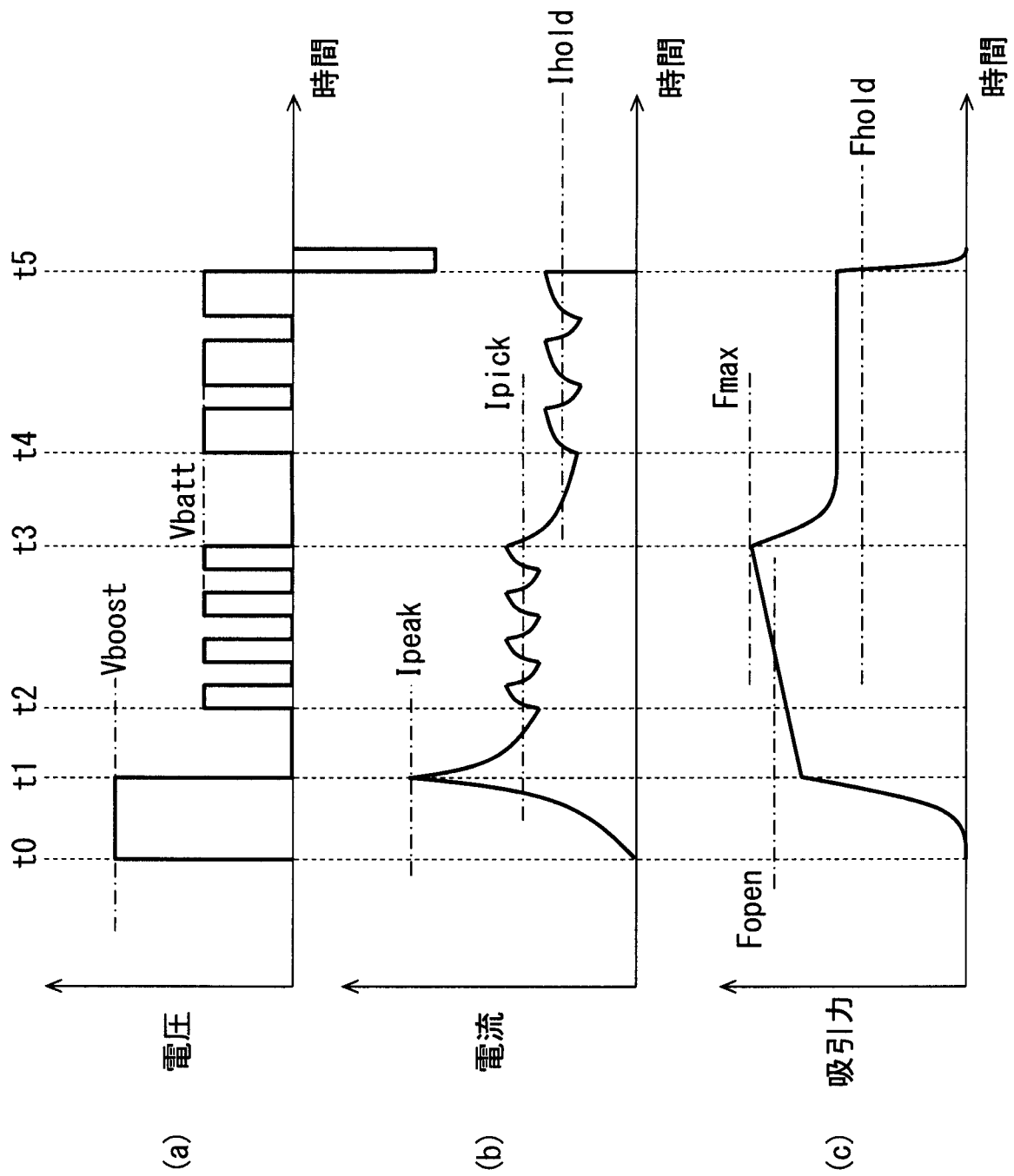
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/077772

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D41/20(2006.01)i, F02D41/34(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F02M51/00(2006.01)i, F02M51/06(2006.01)i, F02M61/10(2006.01)i, F02M61/16(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)

F02D41/00-45/00, F02M51/00, F02M51/06, F02M61/10, F02M61/16

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.
X Y	JP 2014-171312 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 18 September 2014 (18.09.2014), claims; paragraphs [0041] to [0049] (Family: none)	1-2 3-14
Y	WO 2013/191267 A1 (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 27 December 2013 (27.12.2013), claims; paragraphs [0015] to [0093], [0137] to [0142], [0144] to [0150], [0164]; fig. 26 to 27, 29 to 31, 36 & JP 2016-196893 A & JP 5982484 B2	3-14

☒ 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
14 December 2016 (14.12.16)

Date of mailing of the international search report
27 December 2016 (27.12.16)

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/JP2016/077772

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 2011-185157 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 22 September 2011 (22.09.2011), claims; paragraphs [0030] to [0040] & US 2011/0220067 A1 claims; paragraphs [0045] to [0059] & EP 2365201 A2 & CN 102192030 A	5-6, 11-13
Y	JP 2011-185365 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 22 September 2011 (22.09.2011), fig. 2, 4 to 5 & US 2011/0222202 A1 fig. 2, 4 to 5 & EP 2365202 A2 & CN 102192025 A	7-13
A	JP 2007-324262 A (Denso Corp.), 13 December 2007 (13.12.2007), entire text (Family: none)	1-14
A	JP 2012-159049 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 23 August 2012 (23.08.2012), entire text & US 2012/0194961 A1 entire text & EP 2492478 A1 & CN 102628405 A	1-14
A	JP 2014-47655 A (Mitsubishi Electric Corp.), 17 March 2014 (17.03.2014), entire text & US 2014/0067233 A1 entire text & US 2015/0128912 A1 & DE 102013204005 A1 & CN 103670746 A	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, F02D41/34(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F02M51/00(2006.01)i,
F02M51/06(2006.01)i, F02M61/10(2006.01)i, F02M61/16(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. F02D41/00-45/00, F02M51/00, F02M51/06, F02M61/10, F02M61/16

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
X	JP 2014-171312 A (日立オートモティブシステムズ株式会社)	1-2
Y	2014.09.18, [特許請求の範囲], 段落 [0041] - [0049] (ファミリーなし)	3-14
Y	WO 2013/191267 A1 (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2013.12.27, [特許請求の範囲], 段落 [0015] - [0093], [0137] - [0142], [0144] - [0150], [0164], [図 26] - [図 27], [図 29] - [図 31], [図 36] & JP 2016-196893 A & JP 5982484 B2	3-14

☑ 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

14.12.2016

国際調査報告の発送日

27.12.2016

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)

藤村 泰智

3Z

9247

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 2011-185157 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2011.09.22, [特許請求の範囲], 段落 [0030] – [0040] & US 2011/0220067 A1, [特許請求の範囲], 段落 [0045] – [0059] & EP 2365201 A2 & CN 102192030 A	5 – 6, 11 – 13
Y	JP 2011-185365 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2011.09.22, [図 2], [図 4] – [図 5] & US 2011/0222202 A1, [図 2], [図 4] – [図 5] & EP 2365202 A2 & CN 102192025 A	7 – 13
A	JP 2007-324262 A (株式会社デンソー) 2007.12.13, 全文 (ファミ リーなし)	1 – 14
A	JP 2012-159049 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2012.08.23, 全文 & US 2012/0194961 A1, 全文 & EP 2492478 A1 & CN 102628405 A	1 – 14
A	JP 2014-47655 A (三菱電機株式会社) 2014.03.17, 全文 & US 2014/0067233 A1, 全文 & US 2015/0128912 A1 & DE 102013204005 A1 & CN 103670746 A	1 – 14