

(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
2018年3月8日(08.03.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/042909 A1

(51) 国際特許分類:

F02D 41/20 (2006.01) *F02M 61/10* (2006.01)
F02M 51/00 (2006.01) *F16K 31/06* (2006.01)
F02M 51/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/025846

(22) 国際出願日: 2017年7月18日(18.07.2017)

(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 2016-168729 2016年8月31日(31.08.2016) JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS,

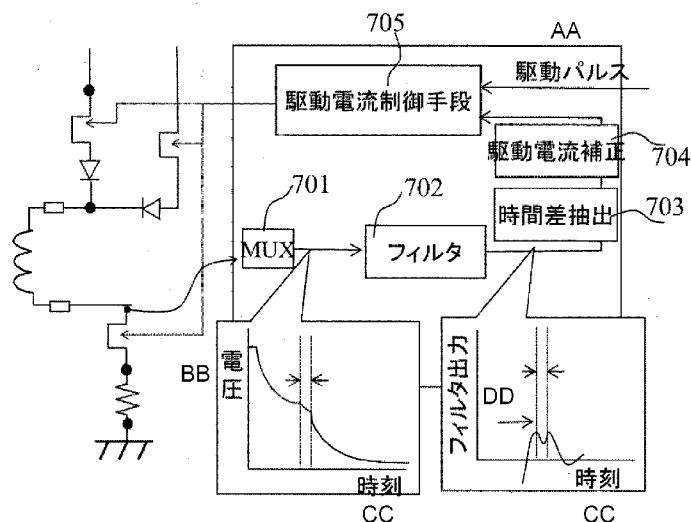
LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 青野 俊宏(AONO Toshihiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 宮本 明靖(MIYAMOTO Akiyasu); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 豊原 正裕(TOYOHARA Masahiro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 向原 修(MUKAIHARA Osamu); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 荒木田 大嗣(ARAKITA Daishi); 〒3128503 茨城県ひたちなか

(54) Title: DEVICE FOR CONTROLLING FUEL INJECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 燃料噴射装置の制御装置

[図7]



702... FILTER
703... EXTRACT TIME DIFFERENCE
704... CORRECT DRIVING CURRENT
705... DRIVING CURRENT CONTROL MEANS
AA... DRIVING PULSE
BB... VOLTAGE
CC... TIME
DD... FILTERED OUTPUT

(57) Abstract: In DI injectors, since a high voltage of several tens of volts is applied and current is made to quickly flow, magnetic saturation occurs, and a current change due to valve opening does not occur. Therefore, the present invention addresses the problem of estimating a valve open timing and suppressing solid variation in a fuel injection amount without being affected by magnetic saturation. To this end, in a device for controlling a fuel injection device, the current and voltage applied to a solenoid of the fuel injection device are controlled to thereby control the opening/closing of a fuel injection valve and fuel injection characteristics. This device for controlling a fuel injection device is characterized by being configured from: a means for filtering a driving voltage of the fuel injection device; a means for responding to valve opening of the fuel injection device and extracting a peak time difference appearing in a filtered output; and a means for

か市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブ
システムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 戸田 裕二 (TODA Yuji); 〒1008220 東
京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式
会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, 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, JO, KE, KG, KH,
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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

correcting the driving current on the basis of the peak time difference, wherein the longer the peak time difference, the longer the driving current flowing time is set. By using this device, the above problem can be solved.

(57) 要約: D I インジェクタでは数十ボルトの高圧電圧を印加し、電流を急速に流すため、磁気飽和が
起こり、開弁による電流変化が発生しない。そこで、本発明は磁気飽和の影響を受けることなく、開弁
タイミングを推定し、燃料噴射量の固体ばらつきを抑えることにある。そのため、燃料噴射装置のソレ
ノイドに印加する電流及び電圧を制御することで燃料噴射弁の開閉を制御し、燃料噴射特性を制御す
る燃料噴射装置の制御装置において、燃料噴射装置の駆動電圧をフィルタリングする手段と、燃料噴
射装置の開弁に対応してこのフィルタ出力に現れるピーク時間差を抽出する手段と、ピーク時間差に
基づいて駆動電流を補正する手段から構成され、ピーク時間差が長い程駆動電流が流れる時間を長く
することを特徴とする燃料噴射装置の制御装置を用いることで上記課題は解決できる。

明 細 書

発明の名称：燃料噴射装置の制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関に燃料を供給する燃料噴射装置の個体ばらつきを低減するための制御装置に関する。

背景技術

[0002] 近年の排ガス規制強化に伴って、燃料噴射弁の最少噴射量の低減が求められている。そのためには、各インジェクタ毎の噴射量のばらつき低減が必要となる。

[0003] 燃料噴射量ばらつきの原因は、開弁タイミング及び閉弁のタイミングのばらつきにある。この2つのうち、燃料噴射量に与える影響は閉弁タイミングのばらつきの方が支配的であるため、従来は閉弁タイミングのみを検出し補正していたが、最少噴射量低減の要求が厳しくなるに従って、開弁タイミングも検知して補正する必要性が生じてきている。そこで、開弁タイミングを検出する方法が提案されている。

[0004] たとえば、特許文献1では、流体の流量を制御する電磁弁の駆動制御装置において、前記電磁弁の駆動電流の供給開始時点から前記駆動電流が最大となる時点までの電流増加期間中における所定のタイミングで前記駆動電流の値をサンプリングするサンプリング手段と、前記サンプリング手段によるサンプリング値に基づいて、前記電流増加期間中において前記電磁弁の弁体が弁座から離れることによって現れる、前記駆動電流の変化特性における変曲点に対応する時点を取得する変曲点取得手段と、前記駆動電流の供給開始時点から前記変曲点に対応する時点までの遅れ時間を計測する計測手段と、計測される遅れ時間に応じて、前記弁体を前記弁座方向へ付勢する戻しタイミングを補正する補正手段と、を備えることを特徴とする電磁弁の駆動制御装置が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-234922号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] バッテリ電圧で駆動するMP I インジェクタでは、開弁時の電流の変曲点から開弁タイミングを推定することが行われているが、D I インジェクタでは数十ボルトの高圧電圧を印加し、電流を急速に流すため、ソレノイドは磁気飽和が起こる。時期飽和の発生により、開弁による電流変化が発生しない。そのため、D I インジェクタにおいて、特許文献1に開示された技術を用いた開閉弁タイミング検知するのは、困難であるといえる。

[0007] そこで、本発明の目的は磁気飽和の影響を受けることなく、開弁タイミングを推定することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 燃料噴射装置のソレノイドに印加する電流・電圧を制御することで燃料噴射弁の開閉を制御し、これによって燃料噴射特性を制御する燃料噴射装置の制御装置において、燃料噴射装置の駆動電圧をフィルタリングする手段と、燃料噴射装置の閉弁の際にこのフィルタ出力に表れる2つのピーク時間の差を抽出する手段と、ピーク時間差が長いほど駆動電流が流れる時間を長くすることを特徴とする燃料噴射装置の制御装置を用いることにより、本課題は解決される。

発明の効果

[0009] 燃料噴射装置の閉弁時の駆動電圧に表れる2つのピークの時間差は、予備ストローク長（すなわち、インジェクタが閉弁を保って静止している状態から、アンカーがソレノイドに引かれて動き出し、やがてアンカーと弁体が一体となって上昇し始め、燃料が流れ出すまでの空走区間の長さ）に比例する。また、予備ストロークが長くなれば開弁タイミングは遅くなる。したがって、2つのピーク時間差と開弁タイミングは相関があり、時間差が長いほど

開弁は遅い。

[0010] そこで、時間差が長いインジェクタには、より長く時間駆動電流を与えることにより、開弁の遅れを補正する。これによって開弁から閉弁までの時間の個体差が解消され、インジェクタの流量ばらつきを低減することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]内燃機関の一例。

[図2]燃料噴射装置の一例。

[図3]燃料噴射装置の制御装置の一例。

[図4]制御装置による燃料噴射装置の制御の結果の一例。

[図5]予備ストロークの違いによる弁挙動の違いの一例。

[図6]電圧とフィルタ出力の一例。

[図7]セットスプリング力の違いによる弁挙動の違いの一例。

[図8]閉弁タイミングと初速度の関係。

[図9]フルリフトにおける駆動電流と弁挙動の関係。

[図10]フルリフトにおける駆動電流と弁挙動の関係。

[図11]燃料噴射弁の弁挙動と電圧の関係。

[図12]ハーフリフトとフルリフトにおける電流の補正。

[図13]弁開始点における電流値。

[図14]開弁時にソレノイドに与える電圧を十分に低くした場合のリフト量、フィルタ出力、電流値の関係。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の燃料噴射装置の制御装置に係る実施例について、図を用いて説明する。

実施例 1

[0013] 図1は、本発明が提案する制御装置で制御される燃料噴射装置が装着される内燃機関を示す。内燃機関は、シリンダ106内に空気と燃料を取り込み、これらの混合気に点火プラグ121で着火し爆発させ、爆発によるエネルギー

ギでピストン１２２を往復運動させる。

この往復運動は、コネクティングロッド１２３等からなるリンク機構でクラ
ンク軸の回転運動に変換され、自動車を動かす駆動力となる。

[0014] 空気は、エアクリーナ１０１で濾過され、スロットル１０３で流量を調整
され、コレクタ１０４、吸気ポート１０５を経て、シリンダ１０６に流入す
る。エアクリーナ１０１とスロットル１０３の間には、エアフローセンサ１
０２があり、内燃機関が取り込む空気の量が計測される。

[0015] 一方で、燃料タンク内１１１の燃料は、低圧ポンプ１１２で低圧配管１１
３に送られ、低圧配管１１３の燃料は高圧ポンプ１１４で高圧配管１１５に
送られ、高圧配管１１５内の燃料は高圧に保たれる。高圧配管１１５には燃
料噴射装置１１６が取り付けられ、燃料噴射装置１１６内のソレノイドに電
流を流すことで、燃料噴射弁が開き、弁が開いている間に燃料が噴射され
る。

[0016] 図２は燃料噴射装置の構成を示す。燃料噴射装置の外側を構成する部材は
ハウジング２０１であり、これにはコア２０２が固定されており、さらには
ソレノイド２０３が燃料噴射装置の中心軸を一周するように配置されている
。中心軸には、上下に動く弁体２０４が配置されている。弁体２０４の周り
を一周するようにアンカー２０５が配置されている。

弁体２０４の上部には、弁体２０４を弁座２０６方向に押さえつけるセット
スプリング２０７が配置される。

[0017] セットスプリング２０７の上部には、スプリングアジャスタ２０８がハウ
ジング２０１に固定されており、その上下の位置によってスプリング力を調
整する。

ハウジング２０１の内部は燃料で満たされており、ソレノイド２０３に電流
が流れるとアンカー２０５がソレノイド２０３に引き寄せられ、弁体２０４
の下端が弁座２０６から離れ、それまで弁体２０４によって塞がれていた弁
座２０６にあけられた噴孔２０９から燃料が噴射される。

[0018] また、弁体２０４またはハウジング２０１には、ストッパ２１１が固定さ

れ、弁体が閉弁状態のときのアンカー 205 はゼロスプリング 210 によりこのストッパ 211 に押し付けられている。

[0019] このような構成の燃料噴射装置は、図 3 に示す制御装置により制御される。制御装置は、バッテリー 311 からの電力を用いてソレノイド 203 を駆動する。この制御装置は、バッテリー 311 の電圧を昇圧する昇圧回路 310 と、昇圧された電圧を保存するコンデンサ 309 と、昇圧された電圧 V_{boost} とソレノイドの VH 端子 350 の間を ON-OFF するスイッチ 301、バッテリー電圧 V_{bat} とソレノイドの VH 端子 350 の間を ON-OFF をするスイッチ 302、ソレノイドの VL 端子 351 と接地電圧の間を ON-OFF するスイッチ 303、スイッチ 303 と GND の間に配置されて電流に比例した電圧を発生するシャント抵抗 304、 VL 端子からコンデンサ 309 と昇圧回路 310 の間に向かう方向にのみ電流を流すダイオード 308、GND から VH 端子にのみ電流を流すダイオード 305 と、 V_{boost} を印加する時間 T_p と、これを打ち切ってから次にバッテリー電圧を与えるまでの時間 T_2 と、バッテリー電圧をスイッチングすることで流す電流値 I_h を記憶しておく設定値メモリ 321、322、323、内部のタイマあるいは抵抗器によって計測される電流に基づいて 3 つのスイッチを ON-OFF するスイッチ制御手段 312 からなる。

[0020] この制御装置を用いて、燃料噴射弁を制御する動作を、図 4 を用いて説明する。ECU から制御装置 3 に駆動パルス T_i (図 4 の一番上のグラフ) が送られると、この立ち上がりに同期し、スイッチ制御手段 312 は、スイッチ 303 とスイッチ 301 を ON にする

(時刻 t_1)。そうすると、ソレノイド 203 の端子間には昇圧回路 310 で昇圧された電圧 V_{boost} が印加され、電流が次第に流れ始める。

[0021] 電流は次第に大きくなり、これに伴ってソレノイド 203 が発生する磁界も大きくなる。磁界によってアンカー 205 をコア 202 に引き付ける磁気吸引力がゼロスプリング力より大きくなると、アンカー 205 はコア 202 方向に動き出す (時刻 t_2)。

[0022] ゼロスプリング210の力によってストッパ211に押し付けられていたアンカー205の初期位置から、弁体204の突起までは隙間があり、この隙間をアンカー205が移動した後、弁体204はアンカー205により持ち上げられ始める。このとき、噴孔209から燃料が流れ出し始める（時刻 t_3 ）。

[0023] 時刻 t_1 にソレノイドに電流を流し始めてから、設定値メモリ321に記憶してある時間 T_p が経過すると、スイッチ303とスイッチ301はOFFにされる（時刻 t_4 ）。

通常は、アンカー205がコア202に衝突する以前に、このタイミングに到達する。これはアンカー205がコア202に衝突するときの勢いを必要以上に大きくしないためである。スイッチ303と301がOFFにされると、今までスイッチ303を通してGNDに流れ込んでいた電流がダイオード308を通してコンデンサ309に流れ込み、ソレノイド203のLOW側端子の電圧のほうが高くなる。つまり、図4の電圧のグラフの $t_4 \sim t_5$ の間のように、ソレノイドに加わる電圧は負の値をとる。

[0024] 時刻 t_4 にスイッチ301、303を打ち切ってから、設定値メモリ322に記憶している時間 T_2 が経過すると、スイッチ302とスイッチ303をONにして、ソレノイド203にバッテリーの電圧 V_{bat} を印加する（時刻 t_5 ）。

[0025] これにより、弁体204とアンカー205がコア202に接触している状態を保持する。

また、このとき、シャント抵抗304に生じる電圧からソレノイド203に流れる電流を計測し、この電流値が、設定値メモリ323に記憶されている値 I_h になるように、スイッチ302をON-OFFする。

[0026] T_i パルスの立下りに同期して、スイッチ302と303がOFFになる。（時刻 t_6 ）

すると、電流は急速に減衰し、磁気吸引力は減衰し、弁体204とアンカー205はセットスプリング207力に押されて弁座206方向へ移動を開始

する。またこのとき、電流が減衰する間、電流がコンデンサ309に流れるので、ソレノイド203には逆電圧がかかり、電流が0に収束すると徐々に電圧は0に近づく。

[0027] やがて、弁体204は弁座206に達し、噴孔から流れ出ている燃料がとまる（時刻 t_7 ）。

弁体204と弁座206には弾性があるので、弁体204が弁座206に達したあとも弁体204は弁座206の方向に移動を続けるが、有る程度移動したところで弁体204と弁座206の弾性変形がもとに戻ろうとし始める。このときアンカー205は弁体から離れて慣性で弁座206方向に移動を継続する（時刻 t_8 ）。

時刻 t_8 までは、アンカー205には弁体204を通してセットスプリング207の力と燃圧の力がかかっていたが、時刻 t_8 以降は、アンカー205と弁体204が離れることにより、これらの力はかからなくなる。そのため、アンカー205の加速度は急激に減少する。アンカー205の加速度が変化すると、アンカー205の動きによりソレノイド203に発生する逆起電力が変化し、ソレノイド203の電圧に変曲点が発生する。

[0028] アンカー205は弁体204から離れた後も、慣性により弁座206方向に移動を続けるが、やがてストッパ211に衝突する。この衝突によって、アンカー205の加速度は急変するので、ソレノイド203に発生する逆起電力が変化し、ソレノイドの電圧に変曲点が発生する（時刻 t_9 ）。以上で、図4を用いた制御装置による燃料噴射装置の制御の動作の説明を終わる。

[0029] このようなメカニズムで、燃料噴射弁は制御され、与えられる駆動パルス T_i の幅に応じた量の燃料を噴射する。排気触媒を効率よく作用させるために内燃機関に取り込まれる空気の量と、燃料の量は、一定の比率であることが望ましい。そのため、エアフローセンサで計測される空気量 Q_a をエンジン回転数 N_{eng} で割った1回転あたりの吸気量 Q_a / N_{eng} を目標空燃比 λ で割った値 $Q_a / N_{eng} / \lambda$ に比例した値をパルス幅 T_i とする。

[0030] ところが、燃料噴射装置には個体ばらつきがあり、同じ駆動パルス T_i を

加えても、各気筒に取り付けられた燃料噴射装置から噴射される燃料の量はばらつき、空燃比が濃い気筒と薄い気筒が発生する。燃料噴射量のばらつきの主要因は、セットスプリング力のばらつきと予備ストロークのばらつきである。

[0031] 図5に、典型的な予備ストローク機構付きのインジェクタのアンカー205の動作を示す。ここでは、予備ストローク機構の長さがそれぞれ L_{pre1} 、 L_{pre2} のインジェクタ1とインジェクタ2について説明する。

[0032] 磁気吸引力により、位置Sでつりあっていた状態からアンカーは動き出す。このときのアンカーの軌跡は図5の点線で示される。やがてアンカー205が位置A1（インジェクタ1）ないしは、位置A2（インジェクタ2）まで移動すると、弁体の穴起に衝突し、以降は弁体とアンカーが一体となって移動する。このときの軌跡をA1-H1-B1で示す実線（インジェクタ1）とA2-H2-B2で示す実線（インジェクタ2）で示す。アンカーと弁体が位置B1ないしはB2に到達すると、弁体の先端は弁座に衝突し、弁体はここで移動を終了し、アンカーだけが点線B1-C1（インジェクタ1）ないしは点線B2-C2（インジェクタ2）に従って移動を続け、やがて位置C1ないしはC2でアンカーは穴起に衝突し、移動を終える。

[0033] ここで、アンカーと弁体が一体となっている区間A1-H1-B1ないしは区間A2-H2-B2では、アンカーと弁体にはセットスプリング力と燃圧力が加わるが、区間B1-C1ないしは区間B2-C2では、アンカーは弁体と分離し、アンカーにはセットスプリング力も燃圧力も加わらない。そのため、区間B1-C1ないしは区間B2-C2では、アンカーはほぼ等速運動をする。セットスプリング力、燃圧が同じであれば、これ等速運動の速度はほぼ一定である。その速度を V_e とする。

[0034] インジェクタの閉弁時の駆動電圧を図6（a）に、これをフィルタに通したときの出力で図6（b）に示す。フィルタの特性としては、特開2014-214837に開示したような、高周波成分を抽出するための微分フィルタのようなものが望ましい。インジェクタの駆動電圧には、図6（a）に示

すように開弁（すなわち弁体の先端が弁座に到達したタイミング）に対応したタイミング t_{b1} とアンカーが突起に衝突したタイミング t_{b21} ないしは t_{b22} で変曲点が現れる。これに対応し、フィルタ出力には t_{b1} と、 t_{b21} ないしは t_{b22} のいずれかにピークが発生する。

[0035] この2つのピークをアンカーが移動する速度は V_e なので、予備ストロークの長さは、

$$(\text{数1}) \quad L_{pre1} = V_e \times (t_{b21} - t_{b1}) \quad \text{--- (INJ1)}$$

(数2) $L_{pre2} = V_e \times (t_{b22} - t_{b1}) \quad \text{--- (INJ2)}$ となる。

[0036] ところで、再び図5を参照し、開弁の方を考える。2つのインジェクタは予備ストロークの違いにより、アンカーと弁体が一体となって動き出す位置が異なっており、インジェクタ1に対しては $A1$ 、インジェクタ2に対しては $A2$ である。インジェクタが燃料を噴射するのは、弁体とアンカーが一体となって運動している期間であり、図5の機関 $A1-H1-B1$ （インジェクタ1）ないしは期間 $A2-H2-B2$ である。燃料噴射量は、この期間の長さ $t_{b1} - t_{a1}$ （インジェクタ1）、 $t_{b1} - t_{a2}$ （インジェクタ2）にほぼ比例することが知られている。したがって、予備ストロークの長いインジェクタ2は、予備ストロークが長い分、弁体とアンカーが一体となって動き出すタイミング（開弁開始）が遅くなる。このため、燃料噴射量も少なくなる。そこで、開弁開始を検出して、それによって駆動電流を補正することで燃料噴射量のインジェクタ個体によるばらつきを補正したい。2個のインジェクタの開弁開始タイミングの差は、図5から推察されるように、予備ストロークの差に依存する。式で表すと、

(数3) $t_{a2} - t_{a1} = (L_{pre2} - L_{pre1}) \times k$ となる。ところで、(数1)より、

$$(\text{数4}) \quad L_{pre2} - L_{pre1} = V_e \times (t_{b22} - t_{b21}) \quad \text{なので、}$$

(数3)、(数4)をまとめると、開弁開始タイミングの差は、

$$(\text{数5}) \quad t_{a2} - t_{a1} = k \times V_e \times (t_{b22} - t_{b21}) \quad \text{となる。}$$

[0037] したがって、インジェクタ 2 を制御する際は、インジェクタ 1 に対し、閉弁時の 2 つのピークの間の時間が長くなった分 ($t_{b22} - t_{b21}$) に対応して、駆動電流を長く印加すれば開弁開始が遅れたことによる燃料噴射量の減少を補正できる。燃料噴射装置の制御装置は、燃料噴射装置のソレノイドに印加する電流・電圧を制御することで燃料噴射弁の開閉を制御し、これによって燃料噴射特性を制御する。また燃料噴射装置の制御装置は、燃料噴射装置の駆動電圧をフィルタリングする手段 702 と、燃料噴射装置の閉弁に対応してこのフィルタ出力に表れるピーク時間差を抽出する手段 703 と、ピーク時間差に基づいて駆動電流を補正する手段 704 から構成される。さらに、ピーク時間差が長いほど駆動電流が流れる時間を長くすることを特徴とする。このような構成により、開弁開始タイミングの違いによる燃料噴射量のばらつきは低減できる。

実施例 2

[0038] 次に、予備ストロークが同じで、セットスプリング力が異なる 2 本のインジェクタについて考える。インジェクタ 1 のセットスプリング力は、インジェクタ 2 のセットスプリングより大きいとする。このとき、2 本のインジェクタのアンカーは、図 8 (a) の点線と実線で示される軌跡、弁体は図 8 (a) の実線で示される軌跡をたどる。区間 S-A は、ソレノイドの磁気吸引力によりアンカーだけが移動する。このとき、セットスプリング力と燃圧力はアンカーに作用しないので、2 つのインジェクタのアンカーは同じように動く。

[0039] 位置 A でアンカーが弁体に衝突すると、アンカーは弁体と一体となって運動を始める。

このときアンカーと弁体には、セットスプリング力と燃圧力が作用する。インジェクタ 1 のセットスプリング力は、インジェクタ 2 のセットスプリング力より大きいので、インジェクタ 1 のアンカーと弁体の加速度はインジェクタ 2 のものより大きくなる。そのため、インジェクタ 1 の閉弁完了 B1 は、インジェクタ 2 の閉弁完了 B2 より早く、また、閉弁完了時のインジェクタ

1のアンカーの速度 V_{e1} は、インジェクタ2のアンカーの速度 V_{e2} より大きい。

[0040] ここで、実施例1と同様に閉弁時の予備ストロークの開始点 B_1 ないしは B_2 と、終了点 C_1 ないしは C_2 において、駆動電圧には図8(b)のように変曲点が発生する。これを高周波成分を強調するフィルタに入力すると、出力は図8(c)のように予備ストロークの開始点、終了点でフィルタ出力にはピークが現れる。このとき以下の式が成立する。

$$(\text{数6}) \quad L_{pre2} = V_{e1} \times (t_{b21} - t_{b11})$$

$$(\text{数7}) \quad L_{pre2} = V_{e2} \times (t_{b22} - t_{b12})$$

また、セットスプリング力が強いほど、弁体が弁座に衝突する閉弁完了タイミング t_{b1} (t_{b11} ないしは t_{b12})とアンカーが突起に衝突するタイミング t_{b2} (t_{b21} ないしは t_{b22})は早くなり、閉弁完了時の速度も速くなるので、 t_{b1} 、 t_{b2} と V_e の関係は図9のようになる。

[0041] 図9に示す関係を事前を取得しておけば、閉弁時の1つ目のピーク時刻 t_{b1} ないしは2つ目のピーク時刻から閉弁完了時の速度 V_e が推定でき、これと(数5)より、予備ストローク長 L_{pre} が推定できる。

[0042] さらに、実施例1と同様に開弁開始タイミング t_a の違いが推定できる。この実施例では、図7に示すように、予備ストローク L_{pre} に依存する開弁開始タイミング t_a は揃っているが、セットスプリング力に依存する閉弁完了タイミング t_{b1} は異なる。インジェクタ1の方が早く閉弁するため、これに応じて駆動電流の流れる時間を延ばすことで、流量を補正する。これと実施例1をあわせて考えれば、燃料噴射装置の制御装置は、燃料噴射装置のソレノイドに印加する電流・電圧を制御することで燃料噴射弁の開閉を制御し、これによって燃焼噴射特性を制御する。そして燃料噴射装置の制御装置は、燃料噴射装置の駆動電圧をフィルタリングする手段と、燃料噴射装置の閉弁に対応してこのフィルタ出力に表れるピーク時間差を抽出する手段と、2つ目のピーク時間を抽出する手段と、ピーク時間差に基づいて駆動電流を補正する手段から構成される。さらに、ピーク時間差が長いほど、駆動電

流が流れる時間を長くし、2つ目のピーク時間が早いほど、駆動電流が流れる時間を長くする。この構成を用いることにより、予備ストロークのばらつき、セットスプリング力のばらつきによるインジェクタの流量ばらつきを低減することができる。

実施例 3

[0043] ここでは、予備ストロークが異なる2本のインジェクタをフルリフト領域で制御するときにかかる予備ストロークの違いによるアンカーと弁体の動きを揃えて、流量のばらつきを低減する構成を考える。

[0044] フルリフト領域では、図10(a)のように駆動電流を制御する。これに対応して、インジェクタのアンカーは図10(b)のように動く。

位置S1、S2でつりあっていたインジェクタは駆動電流がソレノイドに与えられることにより、上昇し始める。予備ストロークの短いインジェクタ1において、先にA1においてアンカーが弁体に衝突し、弁体とアンカーが一体となって上昇する。図10(a)のように駆動電流を T_p の間流したあと打ち切ると、磁気吸引力は低減し、図10(b)のH1をピークに弁体とアンカーは下降し始める。駆動電流を打ち切って時間 T_2 が経過したのち、保持電流 I_h を印加すると、磁気吸引力は徐々に増加し、弁体とアンカーがJ1まで下降したのちに再び上昇し、K1でフルリフトに達する。

[0045] 一方、予備ストロークのより長いインジェクタ2は、S2を出発して駆動電流 T_p によってH2までアンカーと弁体は上昇し、時間 T_2 の電流打ち切りによってJ2まで下降し、再び保持電流 I_h を与えることでK2まで上昇する。

[0046] 図10に示すように、予備ストロークが異なることにより、2つのインジェクタの弁体とアンカーの運動は異なり、これが噴射量のばらつきを引き起こす。

[0047] そこで、図11のように、インジェクタ2に印加するピーク電流を、開弁開始の時間差 $A_1 \sim A_2$ に応じて、 T_{p1} から T_{p2} へ延長する。すると、インジェクタ2のアンカーと弁体がH1より遅いH2にて、H1と同じ高さ

でピークに達する。これ以降は、インジェクタ 1 と同じ打ち切り時間 T_2 と保持電流 I_h を与えれば、 H_1 と H_2 の時間差、すなわち A_1 と A_2 の時間差を保ってインジェクタ 2 のアンカーと弁体は運動する。そこで、駆動パルスの長さを、インジェクタ 1 に対する T_{i1} から、 A_1 と A_2 の時間差分のばした T_{i2} をインジェクタ 2 に与えれば、一定のタイムラグ $A_1 \sim A_2$ を伴って、インジェクタ 2 はインジェクタ 1 と同じように運動し、流量も揃う。

[0048] 燃料噴射装置の制御装置は、燃料噴射装置のソレノイドに印加する電流・電圧を制御することで燃料噴射弁の開閉を制御することにより燃焼噴射特性を制御する。燃料噴射装置の制御装置は、燃料噴射装置の駆動電圧をフィルタリングする手段と、燃料噴射装置の閉弁に対応してこのフィルタ出力に表れるピーク時間差を抽出する手段と、ピーク時間差に基づいて駆動電流を補正する手段から構成される。さらにフルリフト領域においては、ピーク時間差が長いほど、ピーク電流値ないしはピーク電流時間を大きくすることを特徴とする燃料噴射装置の制御装置を用いることによってフルリフト領域におけるアンカーと弁体の運動の違いを補正し、流量のばらつきを低減することができる。

実施例 4

[0049] 実施例 1 では複数のインジェクタが与えられていて、それらのアンカーと弁体の動きを揃えるという考えで論じてきたが、ここでは目標とするアンカーと弁体の動きに一致させるようにインジェクタを制御することを考える。

[0050] ここでは、インジェクタの予備ストロークを、予め設定した燃圧 P_{f_cond} 、ある駆動パルス T_{i_cond} で検出する。これは実施例 1 で述べたように、閉弁時の駆動電圧を、ハイパス特性を持つフィルタに入力し、その出力に表れる 2 つのピークの時間差 $t_{b2} - t_{b1}$ を検出する。事前に P_{f_cond} 、 T_{i_cond} に対応して、 $t_{b2} - t_{b1}$ の目標値 $(t_{b2} - t_{b1})_{cond}$ を設定し、 $t_{b2} - t_{b1}$ と $(t_{b2} - t_{b1})_{cond}$ の偏差に応じて、

(数8) $t_{b2} - t_{b1} > (t_{b2} - t_{b1})_{cond}$ なら、駆動電流をエンジンの回転数、負荷等の運動状態に応じて予め設定された $T_{p_{cond}}$ より短くし、

(数9) $t_{b2} - t_{b1} < (t_{b2} - t_{b1})_{cond}$ なら、駆動電流を $T_{p_{cond}}$ より長くすれば、アンカーと弁体の動きは目標値に揃うように制御される。

[0051] したがって、燃料噴射装置の制御装置は、燃料噴射装置のソレノイドに印加する電流・電圧を制御することで燃料噴射弁の開閉を制御し、これによって燃焼噴射特性を制御する。燃料噴射装置の制御装置は、燃料噴射装置の駆動電圧をフィルタリングする手段と、燃料噴射装置の閉弁に対応してこのフィルタ出力に表れるピーク時間差を抽出する手段と、ピーク時間差に基づいて駆動電流を補正する手段から構成される。さらにエンジン回転数と負荷、分割パターンにより決まる基準ピーク時間よりもピーク時間差が長いとき、駆動電流が流れる時間を、エンジン回転数と負荷、分割パターンにより決まる基準駆動電流幅よりも長くすることを特徴とする。このような構成を持つことにより、燃料噴射弁は基準となる特性に一致するように制御される。

実施例 5

[0052] 現在普及している駆動電流ドライバは、図12のように、駆動パルス幅 T_i を信号の長さによって与え、ピーク電流値 T_p 、打切時間 T_2 、保持電流値 I_h は、シリアル通信により与えるようになっている。これはシリアル通信を用いることにより、配線を減らすことを目的としているためである。したがって、 T_p の値を毎ショットで変えることはできない。

[0053] そこで、 T_p には気筒毎のフルリフトのための T_p を設定しておき、負荷に応じた電流の調整は図13(b)のように駆動パルス幅で行う。

[0054] 一方で、ハーフリフトのときの気筒毎の T_p の制御は T_p のメモリにはフルリフトのときの気筒毎の値を設定しておき、気筒毎に負荷に応じて T_i を制御することで調整する。

したがって、ECUから送られた、駆動パルス T_i 、ピーク電流時間 T_p 、

電流打ち切り時間 T_2 、保持電流時間 I_h に応じて駆動電流をスイッチングすることで燃料噴射弁を制御する駆動電流ドライバに、内燃機関の運転状態に応じて前述の駆動パルス T_i 、ピーク電流時間 T_p 、電流打ち切り時間 T_2 、保持電流時間 I_h を送るECUには、燃料噴射装置の駆動電圧をフィルタリングする手段と、燃料噴射装置の閉弁に対応して、このフィルタ出力に表れるピーク時間差を抽出する手段と、ピーク時間差に基づいて駆動電流を補正する手段から構成される。さらに、フルリフト領域においては、ピーク時間差が長い燃料噴射弁ほどピーク電流時間 T_p を長くし、ハーフリフト領域においては、ピーク時間差が長い燃料噴射弁ほど駆動パルス T_i を長くすることを特徴とする。このような構成を有するECUにより、駆動ドライバとECUが別体の制御装置において、予備ストロークの違いを補正できる。

実施例 6

- [0055] そもそも本発明は、開弁開始時に磁気飽和が起こるため、閉弁時の電圧に発生する2つの変曲点の時間差によって、予備ストロークの長さを推定し、これによって開弁開始タイミングを推定し、補正しようというものであった。
- [0056] 一方で、開弁時にソレノイドに与える電圧を十分に低くすれば、磁気飽和は発生しないため、図14のように、開弁開始点で駆動電流に変曲点が発生する。
- [0057] この電流を高周波抽出フィルタに入力すると、図14(c)のようにフィルタ出力にピークが発生する。したがって、駆動電流を与えてからフィルタ出力にピークが発生するまでの時間差は予備ストローク長と相関をもつ。本来、インジェクタを駆動するためには磁気飽和が起こるが、検知のために磁気飽和が起こらないように高電圧の駆動電圧を低くすると、駆動電圧印加時の駆動電流に現れる変曲点と開弁開始タイミングは相関を持つ。
- [0058] したがって燃料噴射装置のソレノイドに印加する電流、電圧を制御することで燃料噴射弁の開閉を制御し、これによって燃料噴射特性を制御する燃料噴射装置の制御装置において、ソレノイド駆動電圧を複数の値に設定できる

昇圧手段と、低い駆動電圧を用いて駆動した際の電流をフィルタリングする手段と、開弁に対応して現れるフィルタ出力のピーク時刻を抽出する手段と、高い電圧でソレノイドを駆動し、このときの駆動電流を、先述のピーク時刻に基づいて補正することを特徴とするインジェクタの制御装置によって本課題は解決される。

[0059] 以上で説明を終えるが、本発明は、上記した各実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明をわかりやすく説明するために、詳細に説明したものであって、必ずしもすべての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0060] 1 0 1 エアクリーナ
1 0 2 エアフローセンサ
1 0 3 スロットル
1 0 4 コレクタ
1 0 5 吸気ポート
1 0 6 シリンダ
1 1 1 燃料タンク
1 1 2 低圧ポンプ
1 1 3 低圧配管
1 1 4 高圧ポンプ
1 1 5 高圧配管
1 1 6 燃料噴射装置
1 2 1 点火プラグ
1 2 2 ピストン
1 2 3 コネクティングロッド

- 201 ハウジング
- 202 コア
- 203 ソレノイド
- 204 弁体
- 205 アンカー
- 206 弁座
- 207 セットスプリング
- 208 スプリングアジャスタ
- 209 噴孔
- 301 スイッチ
- 302 スイッチ
- 303 スイッチ
- 304 シャント抵抗
- 305 ダイオード
- 306 ダイオード
- 307 ダイオード
- 308 ダイオード
- 309 コンデンサ
- 310 昇圧回路
- 311 バッテリー
- 312 スイッチ制御手段

請求の範囲

- [請求項1] 燃料噴射装置のソレノイドに印加する電流及び電圧を制御することで燃料噴射装置に設けられた弁の開閉弁を制御する燃料噴射装置の制御装置において、
- 前記燃料噴射装置の駆動電圧をフィルタリングする手段と、
- 前記燃料噴射装置の閉弁に対応して前記フィルタ出力に現れるピーク時間差を抽出する手段と、
- 前記ピーク時間差に基づいて駆動電流を補正する手段から構成され、
- 前記ピーク時間差が長い程、前記駆動電流が流れる時間を長くすることを特徴とする燃料噴射装置の制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の燃料噴射装置の制御装置において、
- 2つ目のピーク時間を抽出する手段と、
- 前記ピーク時間差に基づいて前記駆動電流を補正する手段から構成され、
- 前記ピーク時間差が長いほど、前記駆動時間を長くし、
- 前記2つ目のピーク時間が早いほど、前記駆動電流が流れる時間を長くすることを特徴とする燃料噴射装置の制御装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の燃料噴射装置の制御装置において、
- フルリフト領域においては、前記ピーク時間差が長いほどピーク電流値ないしはピーク電流時間を大きくすることを特徴とする燃料噴射装置の制御装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の燃料噴射装置の制御装置において、
- 複数の前記燃料噴射装置を制御する場合、
- 前記ピーク時間差が長い前記燃料噴射装置ほど前記駆動電流が流れる時間を長くすることを特徴とする燃料噴射装置の制御装置。
- [請求項5] 請求項1に記載の燃料噴射装置において、
- エンジン回転数、エンジン負荷、及び分割パターンにより決まる基

準ピーク時間より前記ピーク時間差が長いときは、

前記駆動電流が流れる時間を、前記エンジン回転数、前記エンジン負荷、及び前記分割パターンにより決まる基準駆動電流幅より長くすることを特徴とする燃料噴射装置の制御装置。

[請求項6]

ECUから送られた駆動パルス、ピーク電流時間、電流打ち切り時間、保持電流時間に応じて駆動電流をスイッチングすることにより、燃料噴射装置を制御する駆動電流ドライバに対し、

内燃機関の運転状態に応じて前記駆動パルス、前記ピーク電流時間、前記電流打ち切り時間、前記保持電流時間を送るECUにおいて、

前記燃料噴射装置の駆動電圧をフィルタリングする手段と、

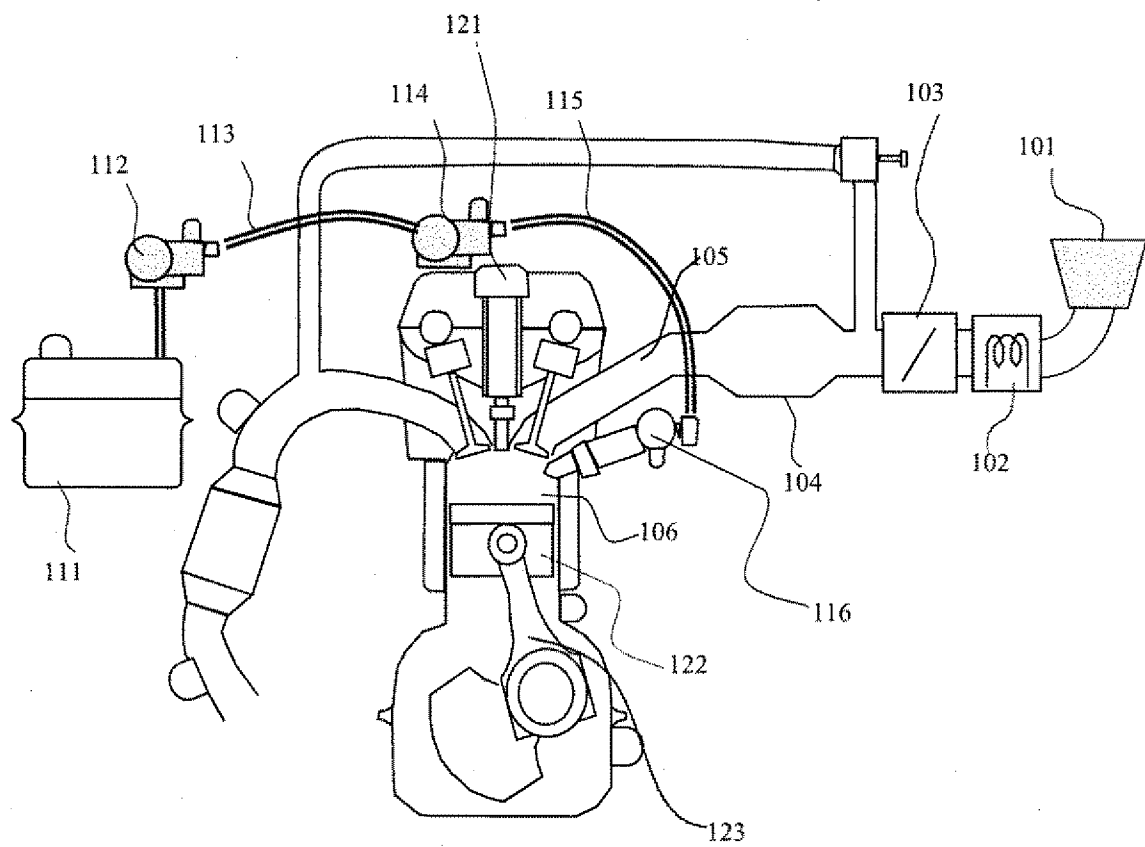
前記燃料噴射装置に備えられた弁の開弁に対応し、フィルタ出力に表れるピーク時間差を抽出する手段と、

前記ピーク時間差に基づいて前記駆動電流を補正する手段から構成され、

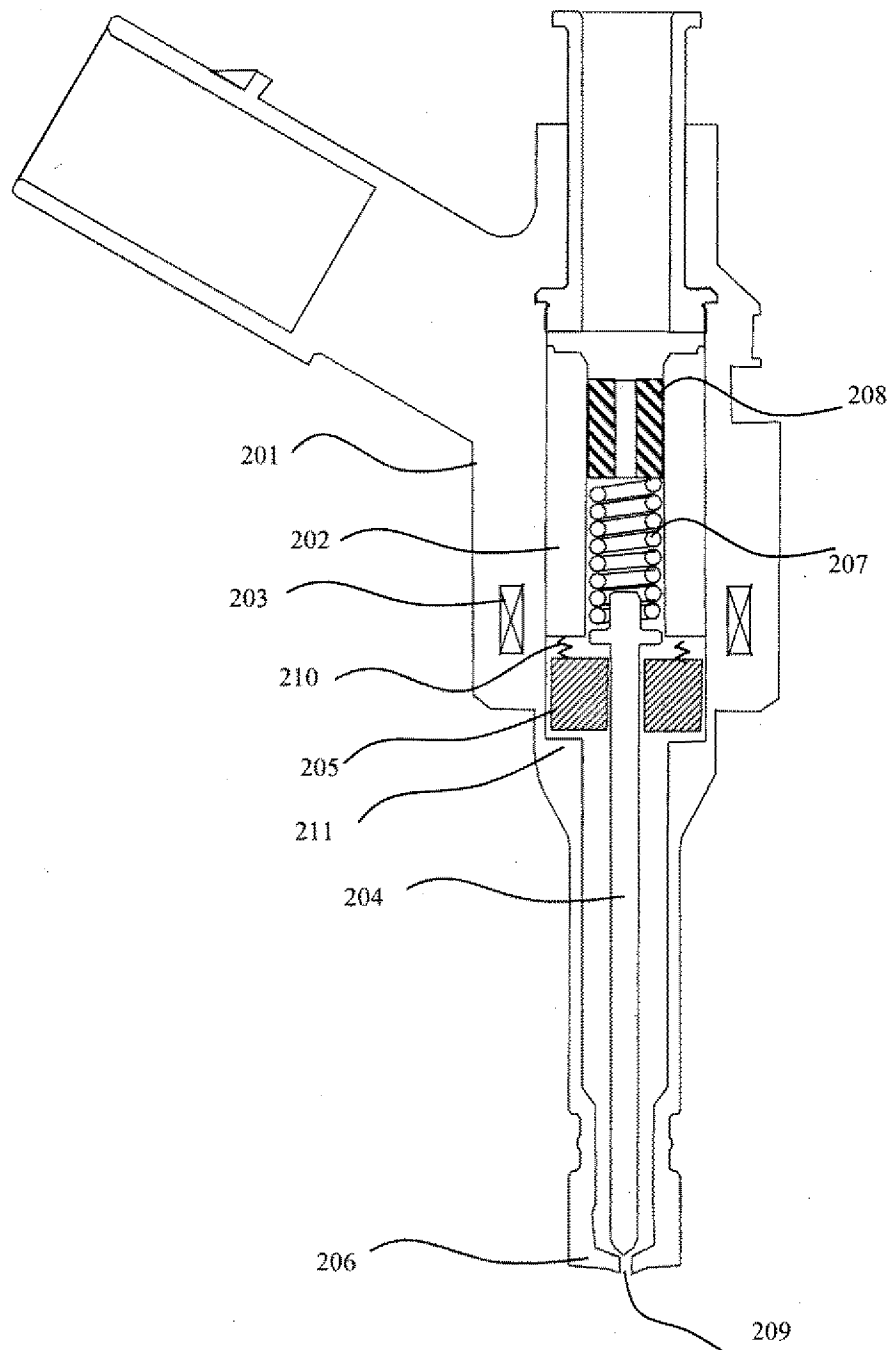
フルリフト領域においては、前記ピーク時間差が長い前記燃料噴射装置ほど前記ピーク電流時間を長くし、

ハーフリフト領域においては、前記ピーク時間差が長い前記燃料噴射装置ほど前記駆動パルスを長くすることを特徴とする燃料噴射装置の制御装置。

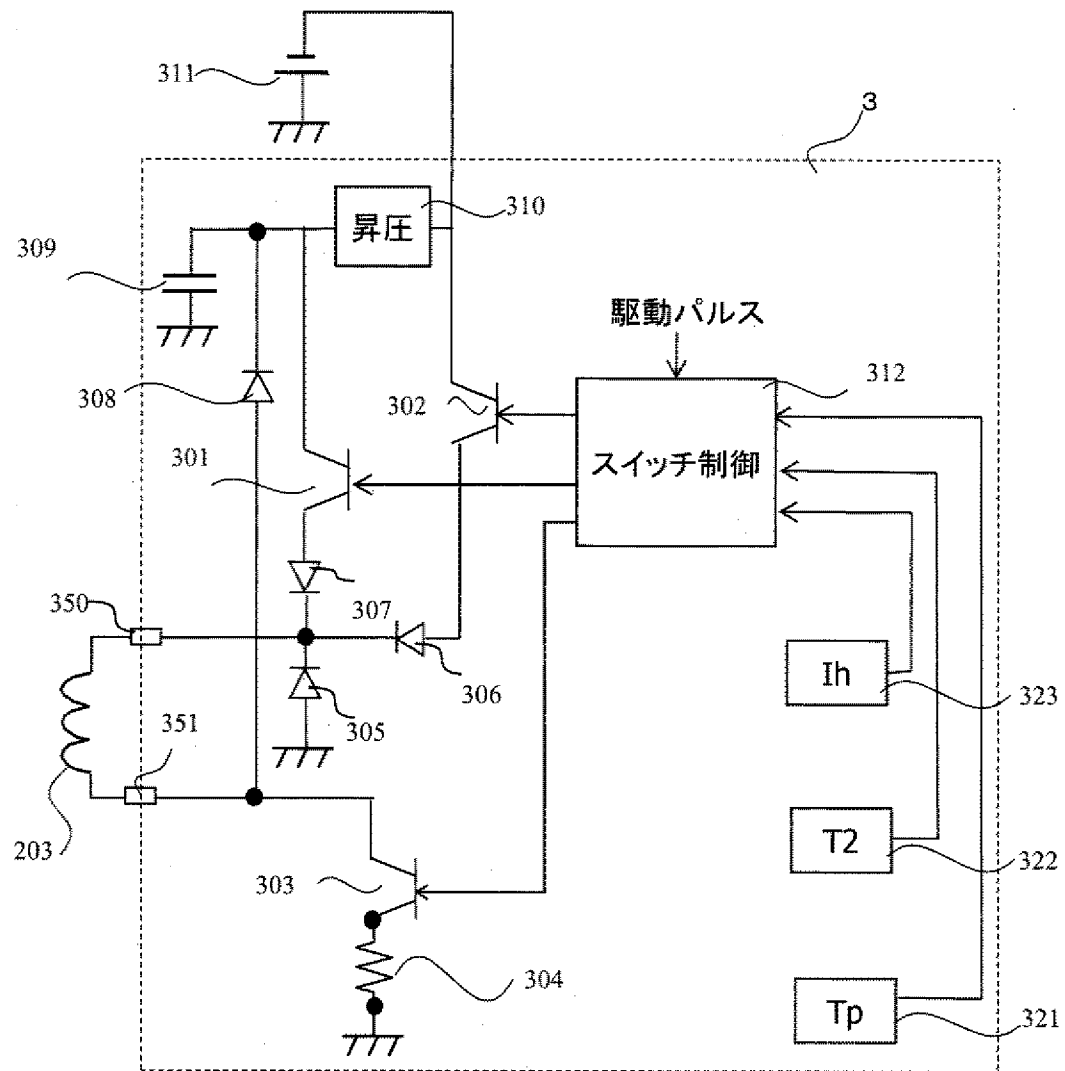
[図1]



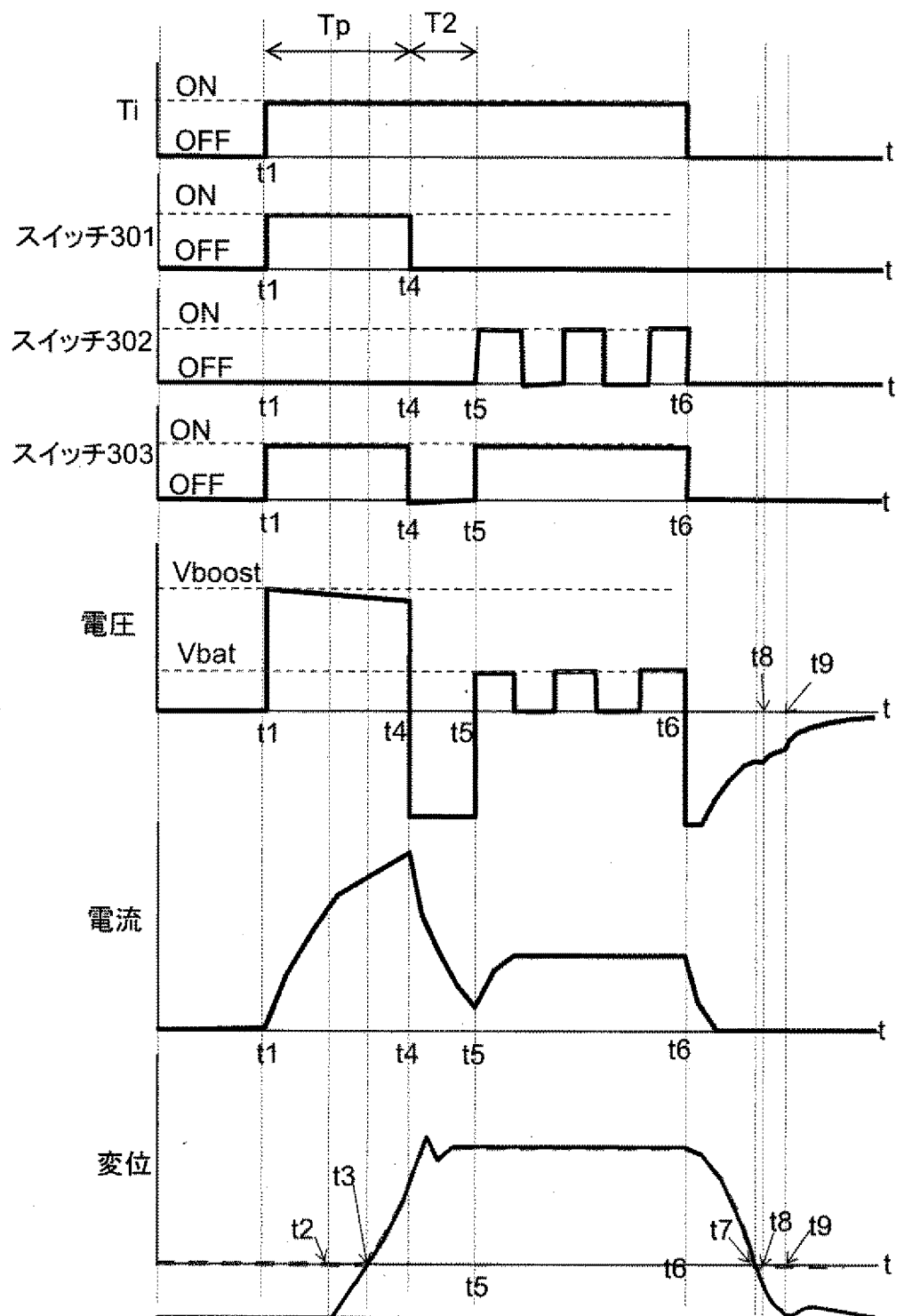
[図2]



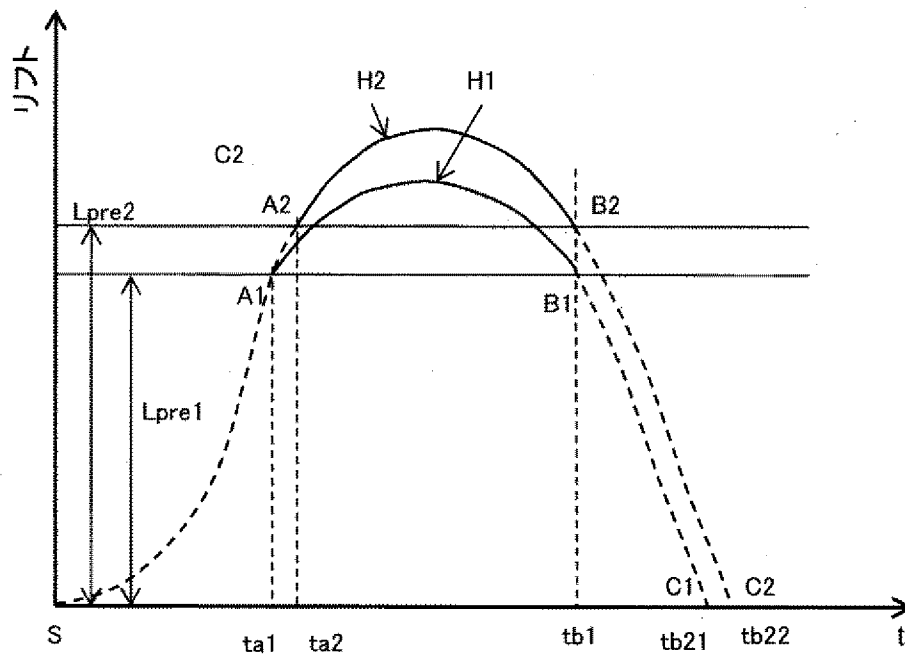
[図3]



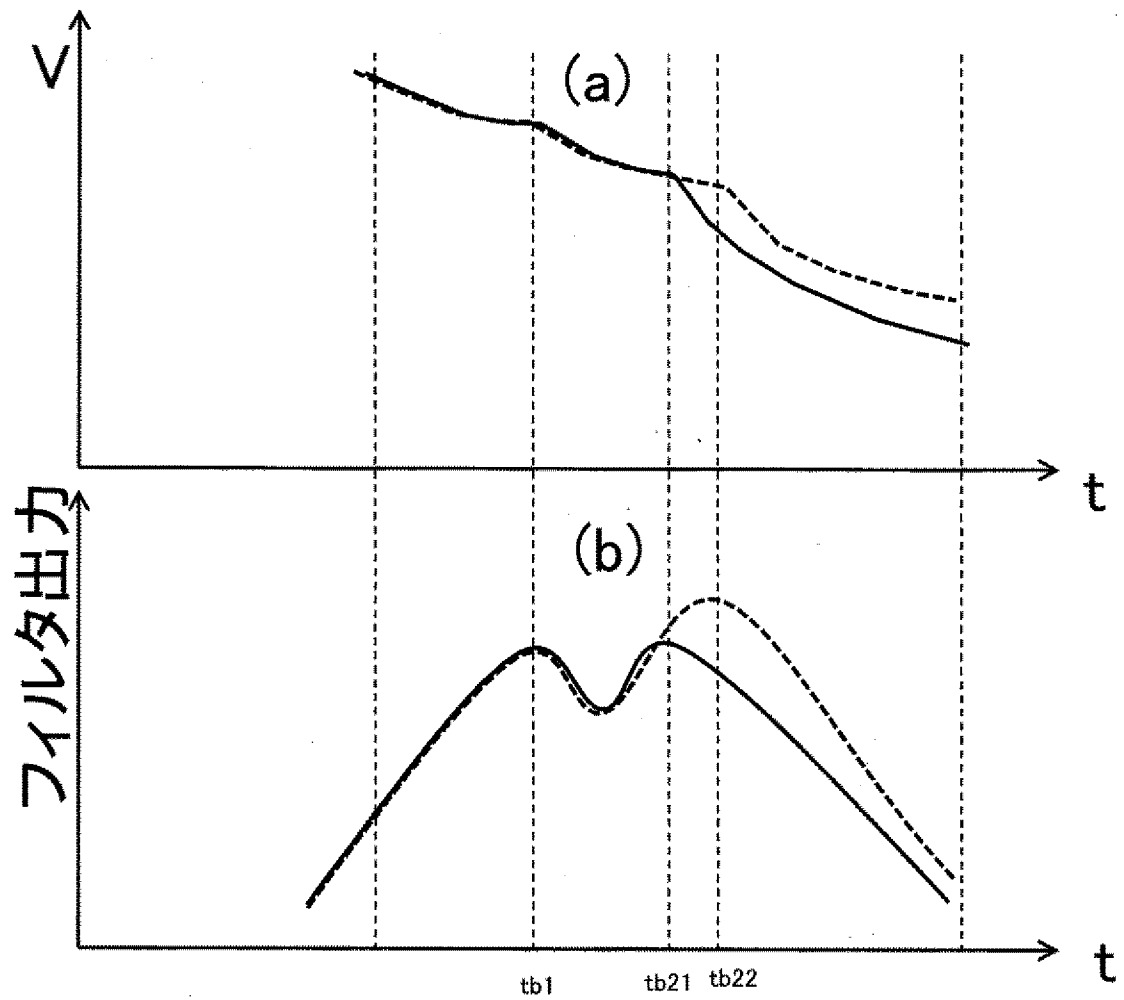
[図4]



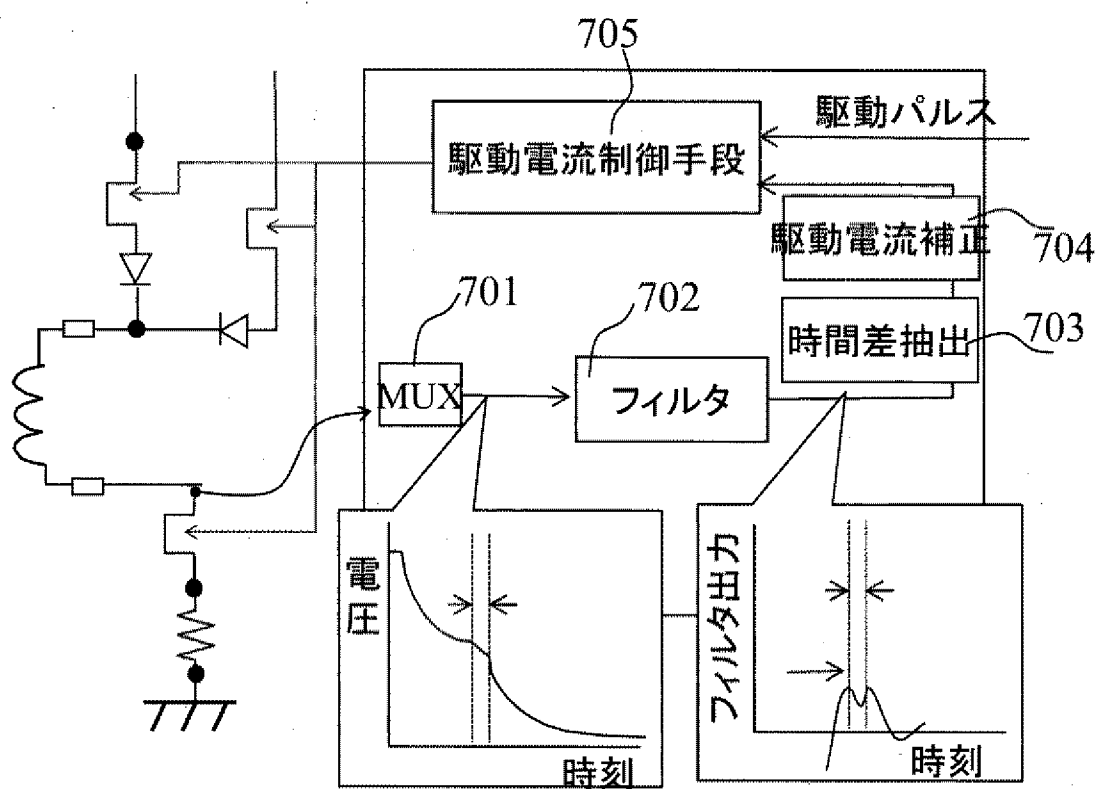
[図5]



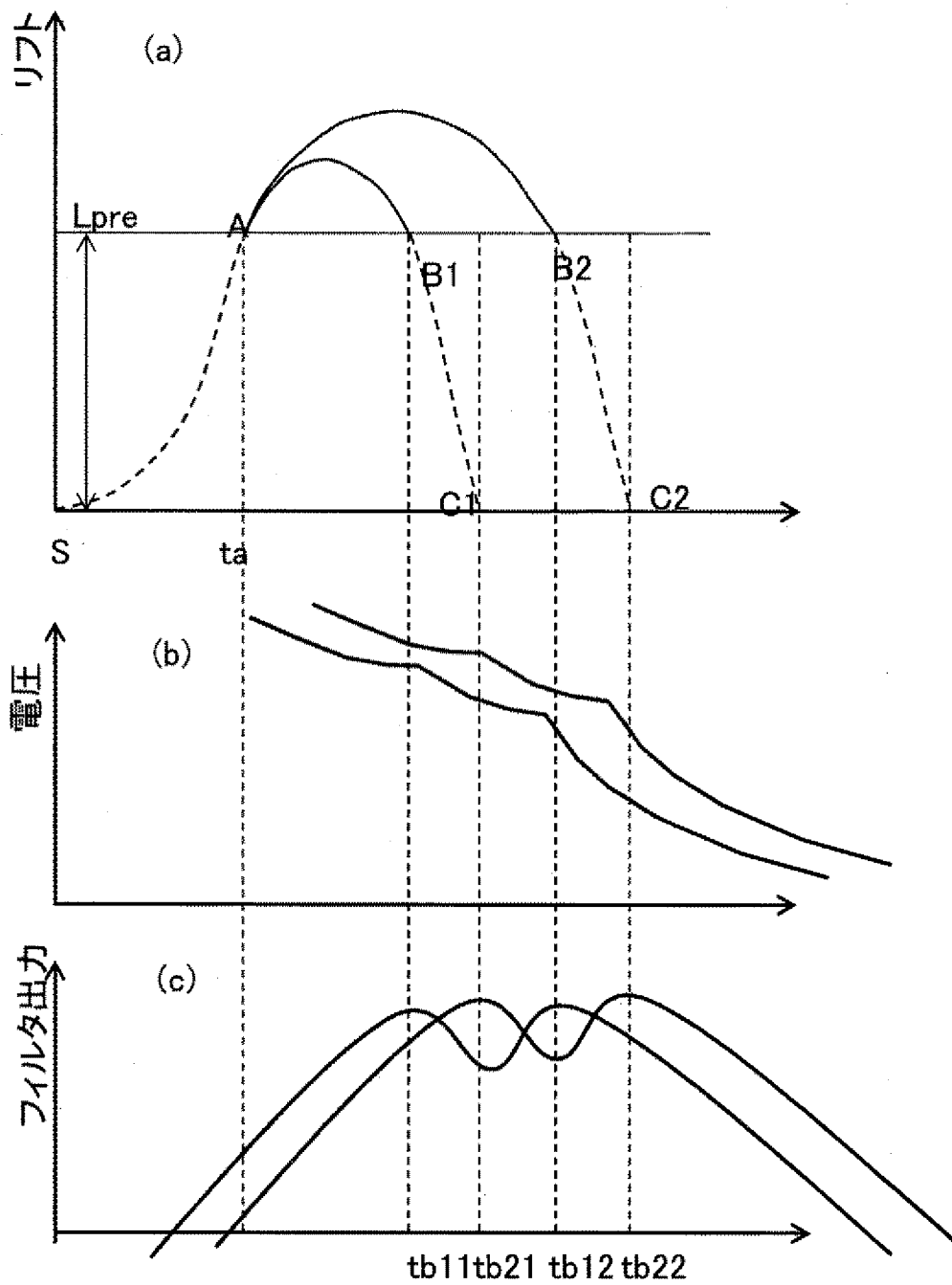
[図6]



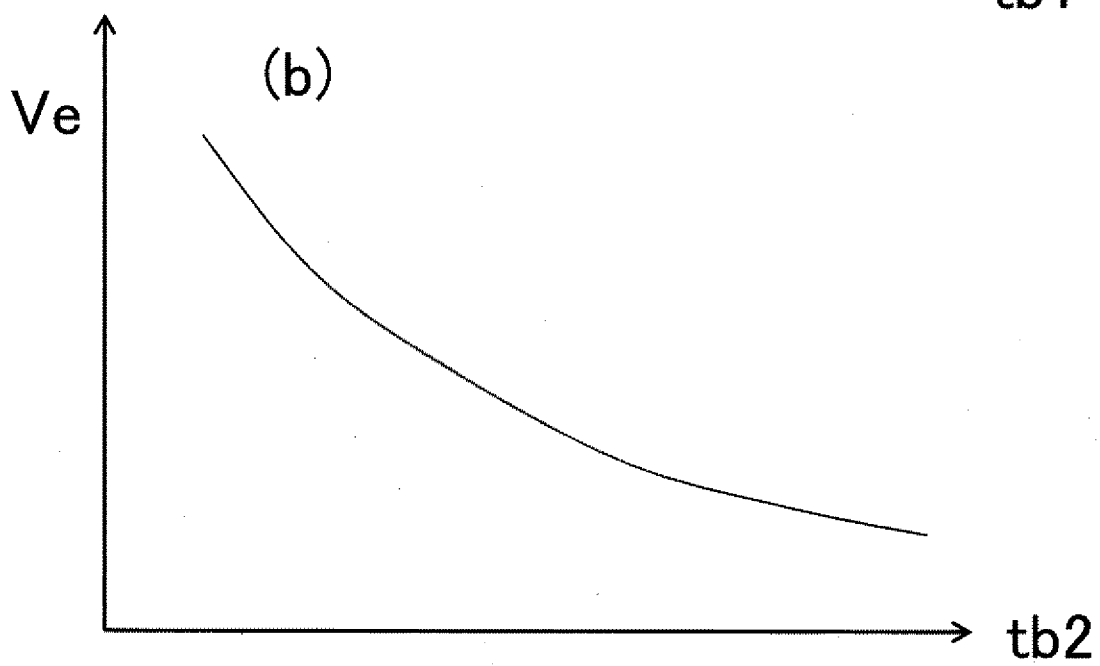
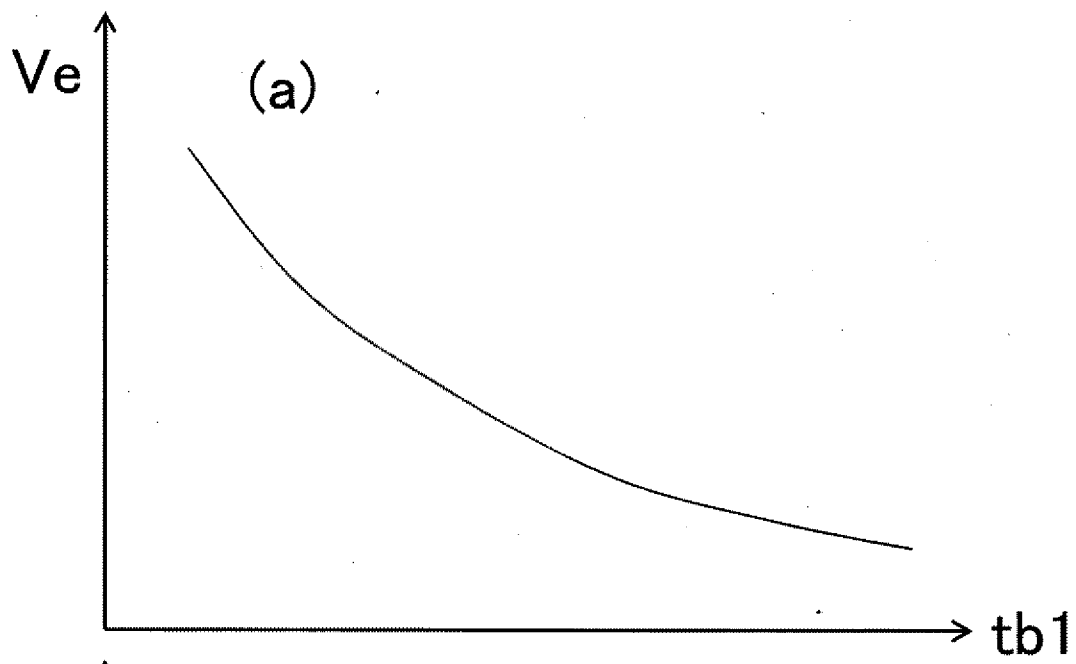
[図7]



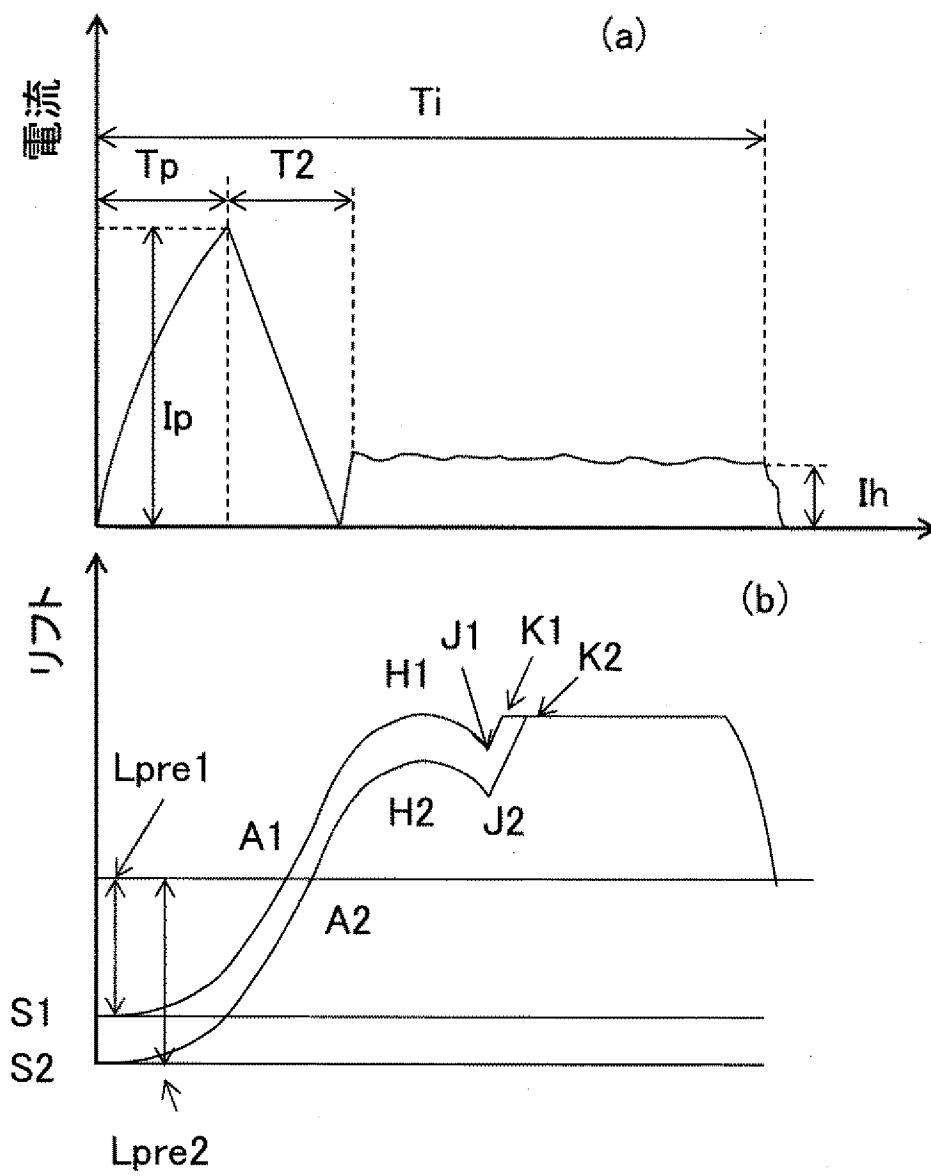
[図8]



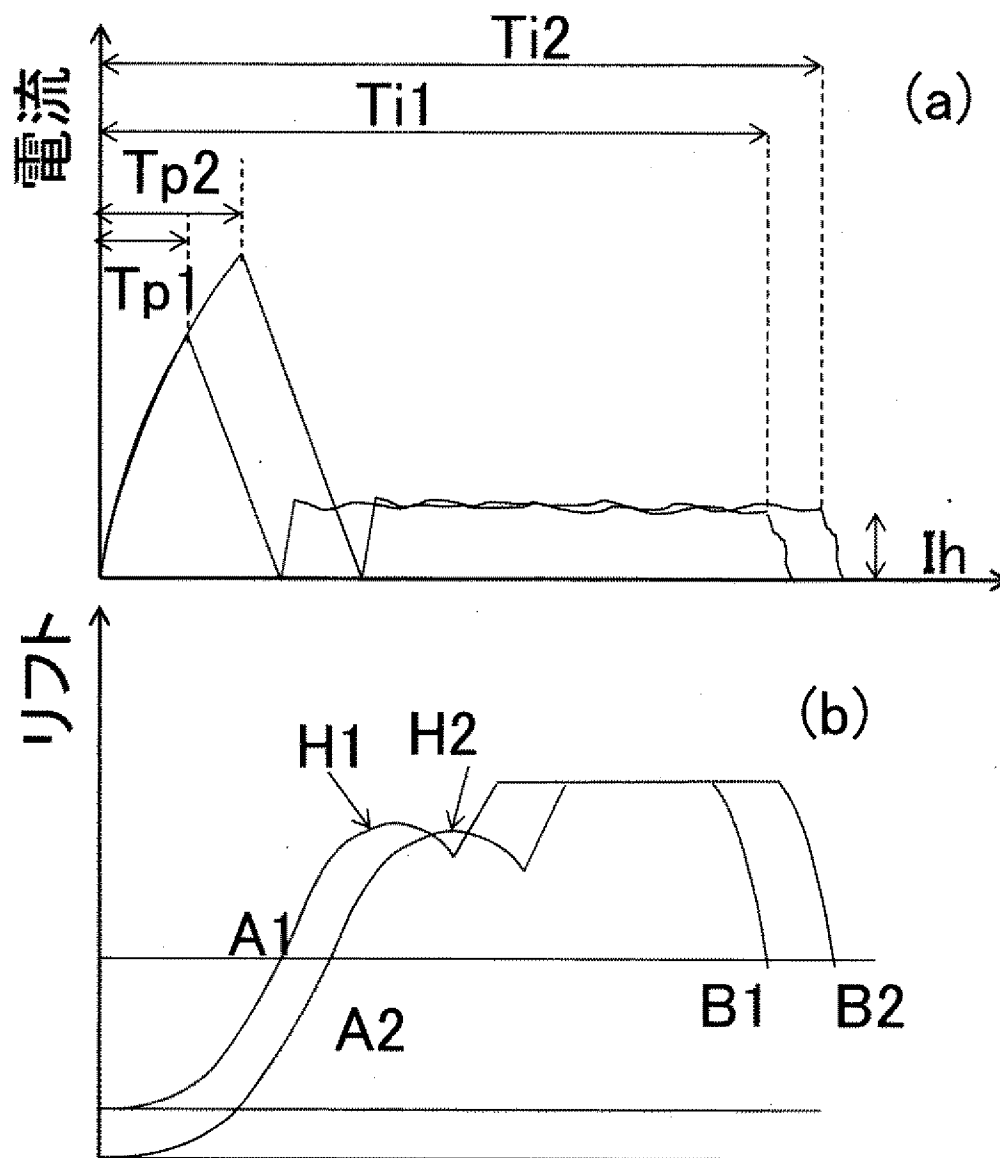
[図9]



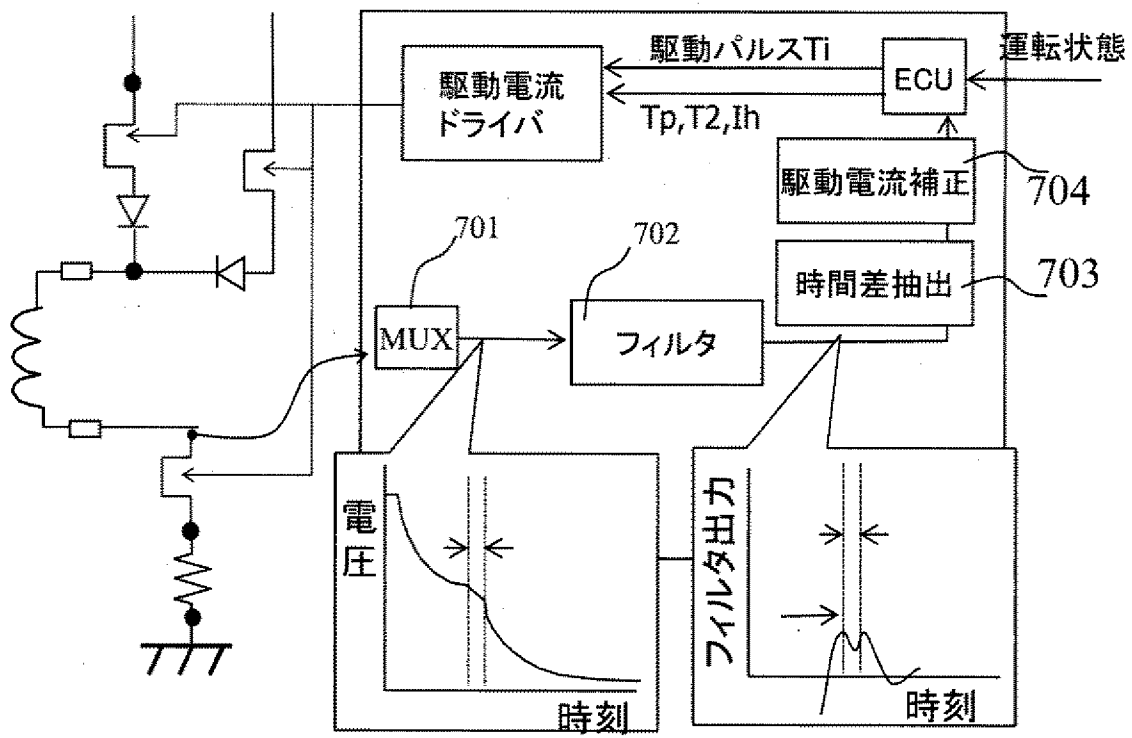
[図10]



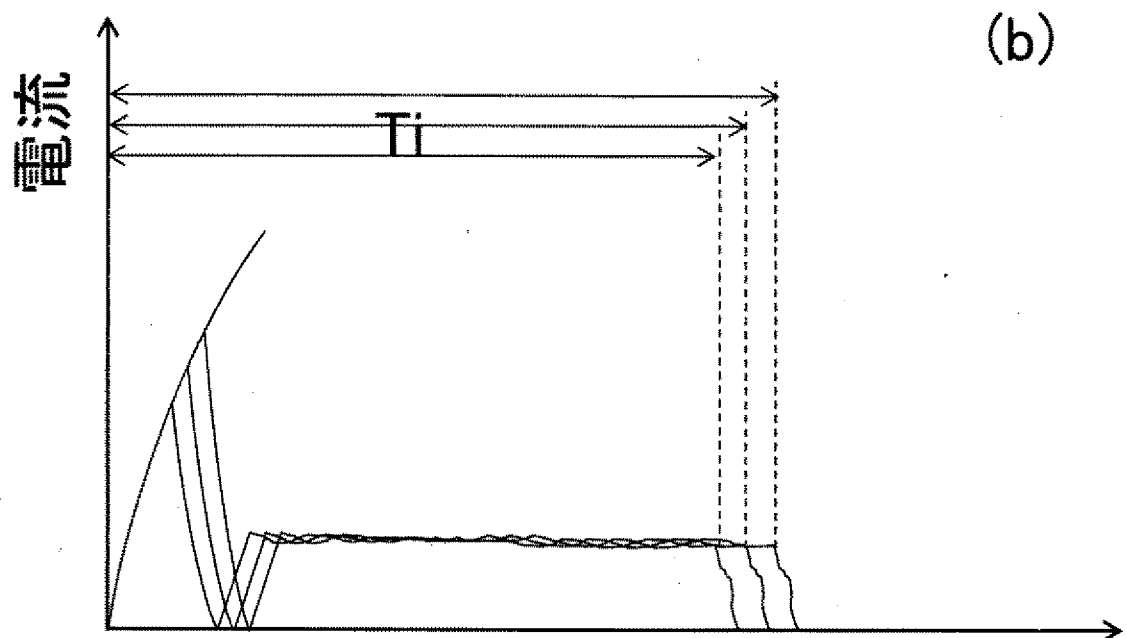
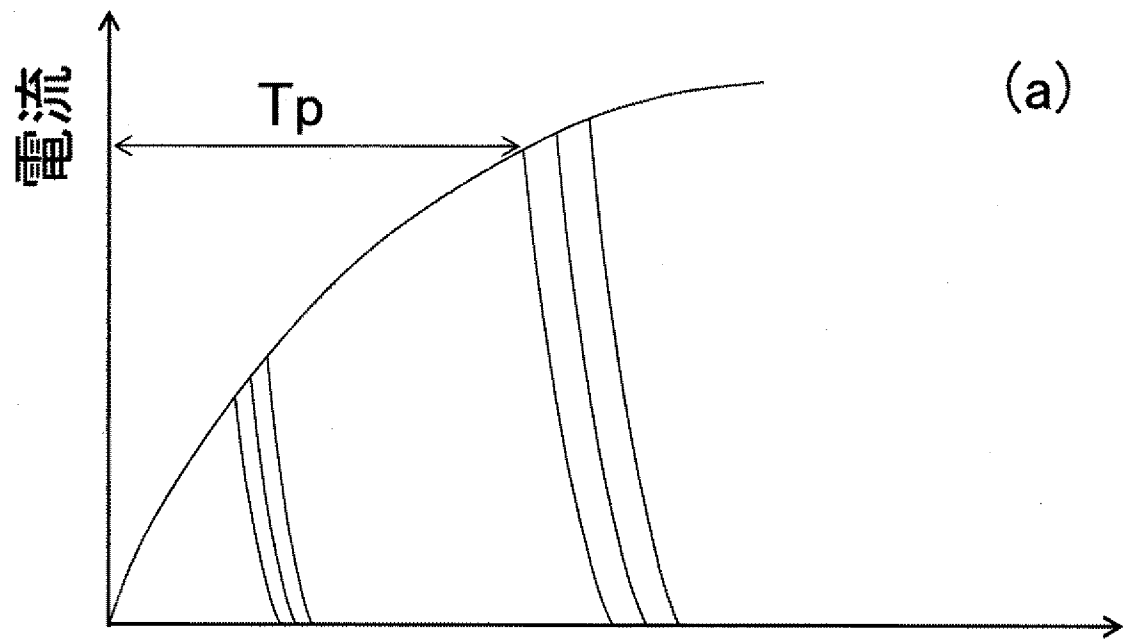
[図11]



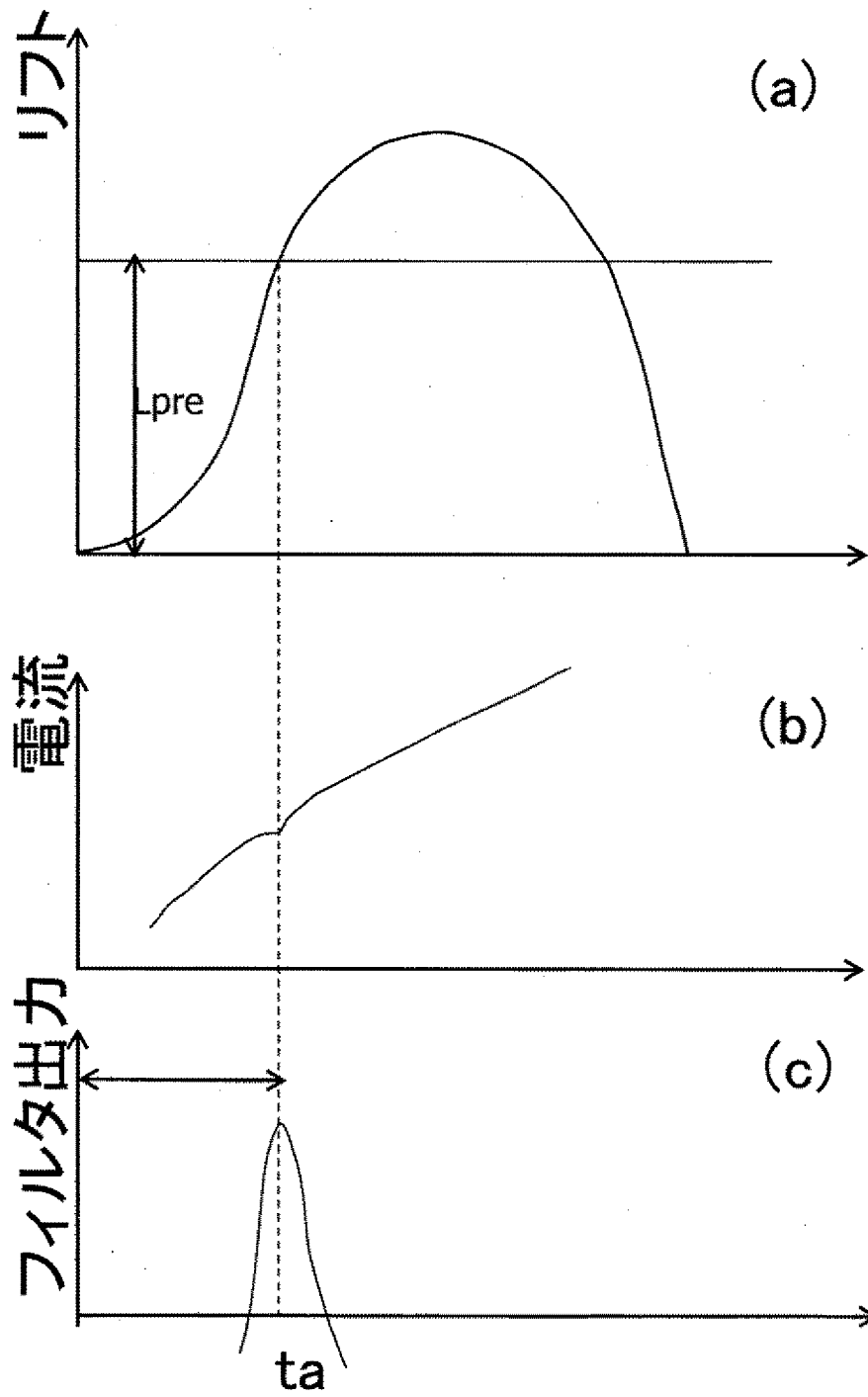
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/025846

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D41/20(2006.01)i, F02M51/00(2006.01)i, F02M51/06(2006.01)i, F02M61/10(2006.01)i, F16K31/06(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, F02M61/10, F16K31/06

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.
X	WO 2015/015541 A1 (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 05 February 2015 (05.02.2015), paragraphs [0009], [0080], [0087]; fig. 11 & US 2016/0177855 A1 paragraphs [0011], [0120], [0127]; fig. 11 & EP 3029309 A1 & CN 105378265 A	1-4, 6
X	JP 2015-172346 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 01 October 2015 (01.10.2015), paragraphs [0039] to [0040]; fig. 5 (Family: none)	1, 5

☐ 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
03 October 2017 (03.10.17)

Date of mailing of the international search report
17 October 2017 (17.10.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

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, F02M61/10(2006.01)i, F16K31/06(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, F02M61/10, F16K31/06

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
X	WO 2015/015541 A1 (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2015.02.05, 段落 [0009]、[0080]、[0087]、[図11] & US 2016/0177855 A1, 段落 [0011]、[0120]、[0127]、 [図11] & EP 3029309 A1 & CN 105378265 A	1-4, 6
X	JP 2015-172346 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2015.10.01, 段落 [0039] - [0040]、[図5] (ファミリーなし)	1, 5

☐ 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

03.10.2017

国際調査報告の発送日

17.10.2017

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)

神山 貴行

3Z

5562

電話番号 03-3581-1101 内線 3395