

(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
2019年5月9日(09.05.2019)



(10) 国際公開番号

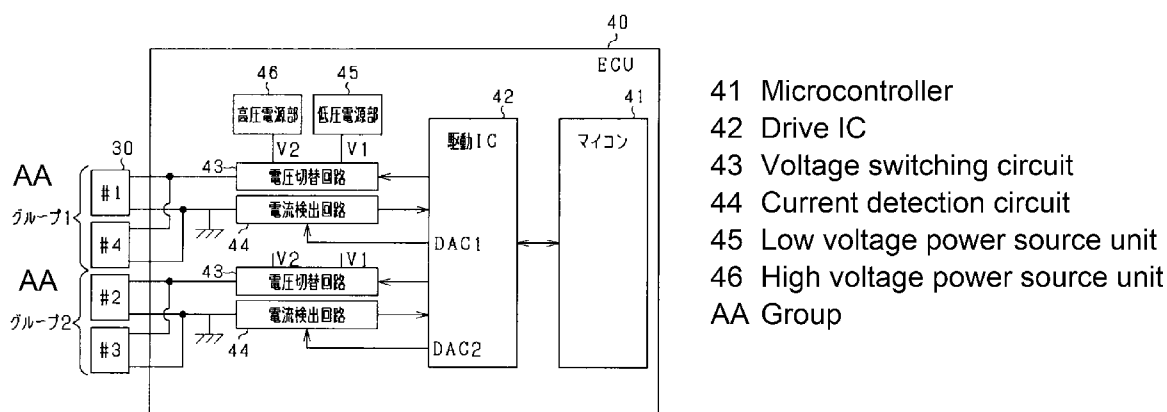
WO 2019/087899 A1

- (51) 国際特許分類:
F02M 51/00 (2006.01) F02M 51/06 (2006.01)
F02D 41/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/039517
- (22) 国際出願日: 2018年10月24日(24.10.2018)
- (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 2017-210293 2017年10月31日(31.10.2017) 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: 山本 隆将 (YAMAMOTO, Takamasa); 〒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13番24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, 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,

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE CONTROL DEVICE AND FUEL INJECTION VALVE CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 燃料噴射弁の制御装置、及び燃料噴射弁の制御方法

[図2]



(57) Abstract: A control device (41) of a fuel injection valve (30) drives a fuel injection valve comprising a valve body and a coil by drive circuits (42, 43) that switch between a first voltage and a second voltage which is lower than the first voltage, and apply the voltage to the coil. The control device comprises: an increase control unit that applies the first voltage to the coil using the drive circuits to increase the drive current up to a peak value; and a holding control unit that stops the application of the first voltage by the drive circuits once the drive current has been increased up to the peak value by the increase control unit, and then, on the basis of at least one of the peak value, the second voltage and the fuel pressure, switches between a first holding control for holding the drive current at a target current by applying the second voltage to the coil with the drive circuits, and a second holding control for holding the drive current at the target current by applying the first voltage to the coil with the drive circuits.

[続葉有]

WO 2019/087899 A1

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))

(57) 要約 : 燃料噴射弁 (30) の制御装置 (41) は、弁体及びコイルを備える燃料噴射弁を、第1電圧及び第1電圧よりも低い第2電圧を切り替えてコイルに印加する駆動回路 (42, 43) により駆動させる。制御装置は、駆動回路により第1電圧をコイルに印加させて、駆動電流をピーク値まで増加させる増加制御部と、増加制御部により駆動電流がピーク値まで増加された時に駆動回路による第1電圧の印加を停止させた後、ピーク値、第2電圧、及び燃料の圧力の少なくとも1つに基づいて、駆動回路により第2電圧をコイルに印加させて駆動電流を目標電流に保持する第1保持制御と、駆動回路により第1電圧をコイルに印加させて駆動電流を目標電流に保持する第2保持制御とを切り替えて実行する保持制御部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：燃料噴射弁の制御装置、及び燃料噴射弁の制御方法
関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2017年10月31日に出願された日本出願番号2017-210293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、燃料噴射弁を制御する制御装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、燃料噴射弁を当初期間に第1電圧（高電圧）で駆動し、最終期間に第1電圧よりも低いバッテリー電圧で駆動する制御装置がある（特許文献1参照）。特許文献1に記載の制御装置によれば、第1電圧により燃料噴射弁の噴射孔を開く方向へ弁体の移動が開始され、バッテリー電圧により弁体が目標位置に保持される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：US特許第6,584,961号公報

発明の概要

[0005] ところで、燃料噴射弁の駆動開始時に第1電圧により過大な駆動電流が流れると、弁体を目標位置に保持するまでの弁体の動作が不安定になったり、燃料噴射弁の作動音が大きくなったりする。このため、燃料噴射弁の開弁動作時に流す駆動電流は、必要最低限の電流であることが望ましい。

[0006] しかしながら、駆動電流が小さい場合等、噴射孔を開く方向へ弁体を移動させる力が小さい場合は、燃料噴射弁に印加する電圧をバッテリー電圧に切り替える際に、弁体が移動して噴射孔を閉じることがあることに、本願開示者は着目した。

[0007] 本開示は、上記課題を解決するためになされたものであり、噴射孔を開く方向へ弁体を移動させる力が小さい場合であっても、弁体が目標位置よりも

噴射孔側へ移動することを抑制することのできる燃料噴射弁の制御装置を提供することを主たる目的とする。

[0008] 上記課題を解決するための第1の手段は、

燃料を噴射する噴射孔を開閉する弁体及び通電されることで前記噴射孔を開く方向の力を前記弁体に作用させるコイルを備える燃料噴射弁を、第1電圧及び前記第1電圧よりも低い第2電圧を切り替えて前記コイルに印加する駆動回路により駆動させる、燃料噴射弁の制御装置であって、

前記駆動回路により前記第1電圧を前記コイルに印加させて、前記コイルに流れる電流である駆動電流をピーク値まで増加させる増加制御部と、

前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記ピーク値、前記第2電圧、及び前記燃料の圧力の少なくとも1つに基づいて、前記駆動回路により前記第2電圧を前記コイルに印加させて前記駆動電流を目標電流に保持する第1保持制御と、前記駆動回路により前記第1電圧を前記コイルに印加させて前記駆動電流を前記目標電流に保持する第2保持制御とを切り替えて実行する保持制御部と、

を備える。

[0009] 上記構成によれば、増加制御部は、駆動回路により第1電圧をコイルに印加させて、コイルに流れる電流である駆動電流をピーク値まで増加させる。このとき、コイルは通電されることで噴射孔を開く方向の力を弁体に作用させ、弁体が噴射孔を開く方向へ移動される。

[0010] ここで、弁体が噴射孔を開く方向へ移動することにより、コイルには逆起電力が発生し、噴射孔を開く方向へ弁体を移動させる力が弱められる。このため、駆動電流のピーク値が小さい場合等、噴射孔を開く方向へ弁体を移動させる力が小さい場合は、燃料噴射弁に印加する電圧を第1電圧よりも低い第2電圧に切り替える際に、弁体が移動して噴射孔を閉じることがあることに、本願開示者は着目した。そして、噴射孔を開く方向へ弁体を移動させる力は、上記ピーク値、上記第2電圧、及び燃料の圧力により変化する。

- [0011] この点、保持制御部は、増加制御部により駆動電流がピーク値まで増加された時に、駆動回路による第1電圧の印加を停止させる。その後、保持制御部は、ピーク値、第2電圧、及び燃料の圧力の少なくとも1つに基づいて、すなわち噴射孔を開く方向へ弁体を移動させる力の大きさに応じて、第1保持制御と第2保持制御とを切り替えて実行する。このため、保持制御部は、噴射孔を開く方向へ弁体を移動させる力が小さい場合は、第2保持制御に切り替えて実行することができる。第2保持制御は、駆動回路により第1電圧をコイルに印加させて、駆動電流を目標電流に保持する制御である。したがって、駆動電流が目標電流よりも小さくなることを抑制することができ、ひいては弁体が目標位置よりも噴射孔側へ移動することを抑制することができる。
- [0012] また、保持制御部は、増加制御において噴射孔を開く方向へ弁体を移動させる力が小さくない場合は、第1保持制御に切り替えて実行することができる。第1保持制御は、駆動回路により第1電圧よりも低い第2電圧をコイルに印加させて、駆動電流を目標電流に保持する制御である。このため、駆動電流が目標電流よりも大きくなることを抑制することができ、ひいてはコイルによる電力消費を抑制することができる。
- [0013] なお、ピーク値は1つ目のピーク値に限らず、2つ目や3つ目のピーク値であってもよい。増加制御と保持制御（第1保持制御、第2保持制御）との間に、駆動電流をピーク値よりも小さく目標電流よりも大きい中間電流に保持する制御等が実行されてもよい。
- [0014] コイルに流れる駆動電流が目標電流よりも小さくなると、弁体が移動して噴射孔を閉じたり、燃料噴射弁の異常判定において異常と判定されたりするおそれがある。
- [0015] この点、第2の手段では、前記保持制御部は、前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記ピーク値、前記第2電圧、及び前記燃料の圧力の少なくとも1つに基づいて、前記駆動電流が前記目標電流よりも小さく

設定された最小電流よりも大きくなるように、前記第1保持制御と前記第2保持制御とを切り替えて実行する。このため、駆動電流のピーク値が小さい場合等であっても、駆動電流が目標電流よりも小さく設定された最小電流よりも小さくなることを避けることができる。したがって、弁体为目标位置に保持する際に、弁体が移動して噴射孔を閉じたり、燃料噴射弁の異常判定において異常と判定されたりすることを抑制することができる。

[0016] 第3の手段では、前記燃料の圧力に基づいて前記ピーク値を設定するピーク値設定部を備え、前記保持制御部は、前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記ピーク値設定部により設定された前記ピーク値が所定電流よりも小さい場合に、前記第2保持制御に切り替えて実行する。

[0017] 上記構成によれば、ピーク値設定部により、燃料の圧力に基づいてピーク値が設定される。このため、燃料の圧力に見合ったピーク値を設定することができ、ピーク値が過大になることを抑制することができる。しかしながら、上述したように、駆動電流のピーク値が小さい場合は、噴射孔を開く方向へ弁体を移動させる力が小さくなり、コイルに印加する電圧を第1電圧よりも低い第2電圧に切り替える際に、弁体が移動して噴射孔を閉じることがある。

[0018] この点、保持制御部は、増加制御部により駆動電流がピーク値まで増加された時に駆動回路による第1電圧の印加を停止させた後、ピーク値設定部により設定されたピーク値が所定電流よりも小さい場合に、第2保持制御に切り替えて実行する。このため、駆動電流が目標電流よりも小さくなることを抑制することができ、ひいては弁体为目标位置よりも噴射孔側へ移動することを抑制することができる。

[0019] 第2電圧が低くなると、コイルに第2電圧を印加した際に駆動電流の増加速度が低くなり、コイルに流れる駆動電流が目標電流よりも小さくなり易くなる。

[0020] この点、第4の手段では、前記第2電圧はバッテリーから供給される電圧で

あり、前記保持制御部は、前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記第2電圧が所定電圧よりも低い場合に、前記第2保持制御に切り替えて実行する。このため、バッテリーから供給される第2電圧が所定電圧よりも低くなった場合は、第2保持制御に切り替えて実行することができ、駆動電流が目標電流よりも小さくなることを抑制することができる。

[0021] 第5の手段では、前記燃料の圧力に基づいて前記ピーク値を設定するピーク値設定部を備え、前記第2電圧はバッテリーから供給される電圧であり、前記保持制御部は、前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記ピーク値設定部により設定された前記ピーク値が第1所定電流よりも小さい場合、又は、前記ピーク値設定部により設定された前記ピーク値が前記第1所定電流よりも大きく、前記第1所定電流よりも大きい第2所定電流よりも小さく、且つ前記第2電圧が所定電圧よりも低い場合に、前記第2保持制御に切り替えて実行する。

[0022] 上記構成によれば、保持制御部は、第1電圧の印加を停止させた後、ピーク値設定部により設定されたピーク値が第1所定電流よりも小さい場合に、第2保持制御に切り替えて実行する。このため、駆動電流のピーク値が第1所定電流よりも小さい場合であっても、駆動電流が目標電流よりも小さくなることを抑制することができ、ひいては弁体が目標位置よりも噴射孔側へ移動することを抑制することができる。また、保持制御部は、ピーク値設定部により設定されたピーク値が第1所定電流よりも大きく、第1所定電流よりも大きい第2所定電流よりも小さく、且つ第2電圧が所定電圧よりも低い場合にも、第2保持制御に切り替えて実行する。このため、駆動電流のピーク値が第1所定電流よりも大きい第2所定電流よりも大きくなく、且つ第2電圧が所定電圧よりも低い場合であっても、駆動電流が目標電流よりも小さくなることを抑制することができる。

[0023] 上述したように、燃料の圧力に基づいて駆動電流のピーク値が設定される

と、駆動電流のピーク値が小さい場合に、噴射孔を開く方向へ弁体を移動させる力が小さくなる。このため、コイルに印加する電圧を第1電圧よりも低い第2電圧に切り替える際に、弁体が移動して噴射孔を閉じることがある。

[0024] この点、第6の手段では、前記保持制御部は、前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記燃料の圧力が所定圧力よりも低い場合に、前記第2保持制御に切り替えて実行する。このため、燃料の圧力が所定圧力よりも低い場合、すなわちピーク値設定部により設定されたピーク値が所定電流よりも小さい場合は、第2保持制御に切り替えて実行することができ、駆動電流が目標電流よりも小さくなることを抑制することができる。

[0025] 上述したように、弁体が噴射孔を開く方向へ移動することにより、コイルには逆起電力が発生し、噴射孔を開く方向へ弁体を移動させる力が弱められる。このため、コイルに逆起電力が発生している間は、弁体が目標位置よりも噴射孔側へ移動し易い。

[0026] この点、第7の手段では、前記保持制御部は、前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記ピーク値、前記第2電圧、及び前記燃料の圧力の少なくとも1つに基づいて、前記第2保持制御を開始した後、前記コイルに逆起電力が発生しなくなるまで前記第2保持制御を継続し、前記コイルに逆起電力が発生しなくなってから前記第1保持制御に切り替えて実行する。このため、コイルに逆起電力が発生している間は、第2保持制御により弁体が目標位置よりも噴射孔側へ移動することを抑制することができる。そして、コイルに逆起電力が発生しなくなからは、第1保持制御に切り替えることにより、コイルによる電力消費を抑制することができる。

[0027] 第2保持制御では、駆動回路により第1電圧をコイルに印加させて駆動電流を目標電流に保持するため、駆動電流の変動幅が大きくなり易い。駆動電流の変動幅が大きくなると、弁体の動作が不安定となり、ひいては燃料の噴射量（噴射率）が変動し易くなる。

[0028] この点、第8の手段では、前記保持制御部は、前記第1保持制御において前記駆動電流を前記目標電流に保持する際に前記駆動電流の変動幅を所定変動幅に制御し、前記第2保持制御において前記駆動電流を前記目標電流に保持する際に前記駆動電流の変動幅を前記所定変動幅に制御する。このため、第2保持制御における駆動電流の変動幅を、第1保持制御における駆動電流の変動幅に等しくすることができ、弁体の動作が不安定となることを抑制することができる。

[0029] 第9の手段は、

燃料を噴射する噴射孔を開閉する弁体及び通電されることで前記噴射孔を開く方向の力を前記弁体に作用させるコイルを備える燃料噴射弁を、第1電圧及び前記第1電圧よりも低い第2電圧を切り替えて前記コイルに印加する駆動回路により駆動させる、燃料噴射弁の制御方法であって、

前記駆動回路により前記第1電圧を前記コイルに印加させて、前記コイルに流れる電流である駆動電流をピーク値まで増加させる増加制御工程と、

前記増加制御工程により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記ピーク値、前記第2電圧、及び前記燃料の圧力の少なくとも1つに基づいて、前記駆動回路により前記第2電圧を前記コイルに印加させて前記駆動電流を目標電流に保持する第1保持制御と、前記駆動回路により前記第1電圧を前記コイルに印加させて前記駆動電流を前記目標電流に保持する第2保持制御とを切り替えて実行する保持制御工程と、
を実施する。

図面の簡単な説明

[0030] 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、燃料噴射弁の構成及び状態を示す図であり、

[図4]図4は、ピーク電流が大きい場合の噴射態様を示すタイムチャートであり、

[図5]図5は、ピーク電流が小さい場合の噴射態様を示すタイムチャートであり、

[図6]図6は、ピーク電流が大きい場合及び小さい場合における駆動電流及び異常判定信号を示すタイムチャートであり、

[図7]図7は、バッテリー電圧が高い場合及び低い場合における駆動電流及び噴射率を示すタイムチャートであり、

[図8]図8は、ピーク電流が大きい場合における端子間電圧、駆動電流、及び噴射率を示すタイムチャートであり、

[図9]図9は、ピーク電流が小さい場合における端子間電圧、駆動電流、及び噴射率を示すタイムチャートであり、

[図10]図10は、バッテリー電圧が高い場合における端子間電圧、駆動電流、及び噴射率を示すタイムチャートであり、

[図11]図11は、バッテリー電圧が低い場合における端子間電圧、駆動電流、及び噴射率を示すタイムチャートであり、

[図12]図12は、第1実施形態の燃料噴射弁の制御手順を示すフローチャートであり、

[図13]図13は、ピーク電流と昇圧駆動時間との関係を示すグラフであり、

[図14]図14は、バッテリー電圧と昇圧駆動時間との関係を示すグラフであり、

[図15]図15は、ピーク電流とバッテリー電圧と昇圧駆動時間との関係を示すマップであり、

[図16]図16は、第1実施形態における燃料噴射弁の制御の態様を示すタイムチャートであり、

[図17]図17は、第2実施形態の燃料噴射弁の制御手順を示すフローチャートであり、

[図18]図18は、昇圧電圧駆動及びバッテリー電圧駆動における端子間電圧及

び駆動電流を示すタイムチャートであり、

[図19]図19は、図18の駆動電流の一部を拡大して示すタイムチャートであり、

[図20]図20は、駆動電流の変動幅が大きい場合における燃料の噴射量を示すタイムチャートであり、

[図21]図21は、駆動電流の変動幅が小さい場合における燃料の噴射量を示すタイムチャートであり、

[図22]図22は、第3実施形態の燃料噴射弁の制御手順を示すフローチャートであり、

[図23]図23は、燃料噴射弁の制御の変更例を示すタイムチャートであり、

[図24]図24は、燃料噴射弁の制御の他の変更例を示すタイムチャートであり、

[図25]図25は、燃料噴射弁の制御の他の変更例を示すタイムチャートであり、

[図26]図26は、燃料噴射弁の制御の他の変更例を示すタイムチャートである。

発明を実施するための形態

[0031] (第1実施形態)

以下、第1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現化している。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。

[0032] 筒内噴射式の多気筒内燃機関であるエンジン10の吸気管12の最上流部には、エアクリーナ13が設けられ、このエアクリーナ13の下流側に、吸入空気量を検出するエアフローメータ14が設けられている。このエアフローメータ14の下流側には、モータ15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。

[0033] 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 10 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 10 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 10 のシリンダヘッド 11B 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。

[0034] エンジン 10 の排気管 23 には、排出ガスに基づいて混合気空燃比又はリッチ／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。

[0035] エンジン 10 のシリンダブロック 11A 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。

[0036] 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 10 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。また、ECU 40 は、燃料の噴射量に基づいて燃料の圧力を制御する。ECU 40 には、バッテリー 48 が接続されている。電圧センサ 49 は、バッテリー 48 の電圧を検出して検出信号を ECU 40 へ出力する。バッテリー 48 は、例えば 12V の低電圧 V2（第 2 電圧）を供給する周知の鉛蓄電池である。なお、バッテリー 48 は、鉛蓄電池に限らず、低電圧 V2 を供給する NiH 電池や Liイオン電池等であってもよい。

[0037] 図2に示すように、ECU40は、エンジン制御用のマイコン41（マイクロコンピュータ）や、インジェクタ駆動用の駆動IC42（燃料噴射弁の駆動用IC）、電圧切替回路43、電流検出回路44を備えている。マイコン41が「燃料噴射弁の制御装置」に相当する。そして、マイコン41により、増加制御部、保持制御部、及びピーク値設定部の機能が実現される。また、マイコン41により、増加制御工程と保持制御工程とを含む燃料噴射弁の制御方法が実施される。

[0038] マイコン41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IC42に出力する。駆動IC42及び電圧切替回路43は「駆動回路」に相当し、噴射パルスにより燃料噴射弁30を開弁駆動して、要求噴射量分の燃料を噴射させる。また、マイコン41は、燃料噴射弁30を駆動中に、燃料噴射弁30のコイルに流れる駆動電流が異常判定値よりも小さくなった場合に、燃料噴射弁30が異常であると判定する。

[0039] 電圧切替回路43は、各気筒の燃料噴射弁30に印加される駆動用電圧を高電圧V1と低電圧V2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45と高圧電源部46とのいずれかから、燃料噴射弁30のコイルに対して駆動電流を供給させる。低圧電源部45は、上記バッテリー48に接続されており、バッテリー48から供給される低電圧V2を出力する低電圧出力回路である。高圧電源部46は、例えば60～65Vの高電圧V1（第1電圧、昇圧電圧）を出力する高電圧出力回路である。高圧電源部46は、バッテリー48に接続されており、バッテリー電圧である低電圧V2を昇圧する昇圧回路を有している。

[0040] 噴射パルスにより燃料噴射弁30が開弁駆動される際には、燃料噴射弁30に対して高電圧V1と低電圧V2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V1が印加されることで、燃料噴射弁30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V2が印加されることで、燃料噴射弁30の開弁状態が保持される。

[0041] また本実施形態では、エンジン10を4気筒エンジンとし、気筒ごとの燃料噴射弁30による燃料噴射として、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。

[0042] 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43及び電流検出回路44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。

[0043] 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。

[0044] 図3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)とを有している。すなわち、燃料噴射弁30は、燃料を噴射する噴射孔(図示略)を開閉するニードル33、及び通電されることで噴射孔を開く方向の力をニードル33に作用させるコイル31を備えている。ニードル33が開弁位置(目標位置)に移動することで燃料噴射弁30が開弁状態(噴射孔が開いた状態)となり、燃料噴射が行われる。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。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。

[0045] ここで、プランジャ32とニードル33とは別体であるため、ニードル33とプランジャ32とは、開弁時にプランジャ32がストッパ34に衝突した瞬間と、閉弁時にニードル33が弁座に衝突した瞬間の非常に短い時間、相対的な変位を生じる。これにより、開弁時におけるプランジャ32のストッパ34に対するバウンドや、閉弁時におけるニードル33の弁座に対するバウンドを抑制することができる。なお、燃料噴射弁30は、プランジャ32とニードル33とが別体である構成に限らず、これらが一体の構成であってもよい。

[0046] ところで、燃料噴射弁30の駆動開始時に高電圧V1により過大な駆動電流が流れると、ニードル33を目標位置に保持するまでのニードル33の動作が不安定になったり、燃料噴射弁30の作動音が大きくなったりする。

[0047] 図4は、ピーク電流(駆動電流のピーク値)が大きい場合の噴射態様を示すタイムチャートである。同図に示すように、ニードル33のリフト量は、ピーク電流の付近で目標リフト量をオーバーシュートした後に、目標リフト量をアンダーシュートして目標リフト量に収束している。このため、燃料噴射弁30による燃料の噴射量のグラフでは、途中に「S」カーブ(大きな段差)が発生している。

[0048] 図5は、ピーク電流が小さい場合の噴射態様を示すタイムチャートである。なお、図4と図5とでは、燃料の圧力が等しくなっている。図5に示すように、ニードル33のリフト量は、ピーク電流の付近で目標リフト量を小さくオーバーシュートした後に、目標リフト量を小さくアンダーシュートして目標リフト量に収束している。このため、燃料噴射弁30による燃料の噴射量のグラフでは、途中に大きな段差が発生していない。

- [0049] このため、燃料噴射弁30の開弁動作時に流す駆動電流は、必要最低限の電流であることが望ましい。本実施形態では、マイコン41（ピーク値設定部）は、燃料の圧力に基づいて駆動電流の目標ピーク値を設定する。具体的には、マイコン41は、燃料の圧力が高いほど、目標ピーク値を大きい値に設定する。したがって、燃料の圧力に見合った目標ピーク値を設定することができ、ピーク電流が過大になることを抑制することができる。
- [0050] 図3において、ニードル33が噴射孔を開く方向へ移動することにより、コイル31には逆起電力が発生し、噴射孔を開く方向へニードル33を移動させる力が弱められる。詳しくは、プランジャ32がストッパ34の方向へ移動することにより、コイル31に逆起電力が発生し、コイル31に流れる駆動電流が減少する。このため、ピーク電流が小さい場合等、噴射孔を開く方向へニードル33を移動させる力が小さい場合は、燃料噴射弁30に印加する電圧を高電圧V1から低電圧V2に切り替える際に、ニードル33が移動して噴射孔を閉じることがある。
- [0051] 図6は、ピーク電流が大きい場合及び小さい場合における駆動電流及び異常判定信号を示すタイムチャートである。異常判定信号は、Hが正常を示し、Lが異常を示す。同図に破線で示すように、ピーク電流が小さい場合に、燃料噴射弁30の駆動中に駆動電流が異常判定値よりも小さくなると、マイコン41は燃料噴射弁30が異常であると判定して、異常判定信号をLに切り替える。このため、燃料噴射弁30が異常でないにもかかわらず、燃料噴射弁30が異常であると誤判定されることとなる。
- [0052] 図7は、バッテリー電圧が高い場合及び低い場合における駆動電流及び噴射率を示すタイムチャートである。同図に破線で示すように、バッテリー電圧が低い場合に、コイル31に流れる駆動電流が小さくなると、噴射孔を開く方向へニードル33を移動させる力が弱くなる。このため、ニードル33を目標位置に保持することができず、ニードル33が噴射孔側へ移動して噴射孔を閉じることがある。その場合、噴射率を目標噴射率に維持することができず、噴射率が0まで低下することとなる。

[0053] 図8は、ピーク電流が大きい場合における端子間電圧、駆動電流、及び噴射率を示すタイムチャートである。端子間電圧は、燃料噴射弁30のコイル31の端子間電圧、すなわちコイル31に印加される電圧である。

[0054] 時刻 t_{11} では、コイル31への印加電圧が高電圧 V_1 に切り替えられる。これにより、時刻 t_{11} ～ t_{12} の昇圧期間においては駆動電流が急峻に増加する。その後、時刻 t_{12} において、駆動電流が、あらかじめ定められた目標ピーク値 I_{p1} （ピーク値）に到達すると、高電圧 V_1 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_{p1} 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33のリフトが開始され、その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_{p1} 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_{11} ～ t_{12} ）では、駆動IC42において検出電流が目標ピーク値 I_{p1} を超えたか否かが判定され、検出電流 $> I_{p1}$ になった時点で、電圧切替回路43により印加電圧の切替（高電圧 V_1 の印加停止）が実施される。

[0055] 時刻 t_{12} 以降においては、高電圧 V_1 の印加停止に伴い駆動電流が低下するが、あらかじめ定められた目標電流と電流検出回路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_2 が断続的に印加される。図8では、開弁維持のための目標電流の上限値 I_u と下限値 I_d とを定めており、駆動電流が上限値 I_u と下限値 I_d との間で変動するように、低電圧 V_2 の印加が行われる。なお、下限値 I_d から上限値 I_u までの幅が所定変動幅に相当する。詳しくは、検出電流が下限値 I_d に達すると電圧印加をオンし、検出電流が上限値 I_u に達すると電圧印加をオフする。このとき、時刻 t_{13} において、検出電流が初めて下限値 I_d に達して電圧印加がオンされるが、コイル31に発生する逆起電力により駆動電流が下限値 I_d よりも減少する。しかしながら、目標ピーク値 I_{p1} が大きく、開弁方向へニードル33を移動させる力が大きいため、ニードル33は目標位置に保持される。

[0056] その後、時刻 t_{14} で噴射パルスがオフになると、コイル31への電圧印

加が停止され、駆動電流が0になる。その後、コイル31への通電停止に伴いニードル33のリフトが終了され、それに合わせて燃料の噴射率が0まで低下する。

[0057] 図9は、ピーク電流が小さい場合における端子間電圧、駆動電流、及び噴射率を示すタイムチャートである。

[0058] 時刻 t_{21} では、コイル31への印加電圧が高電圧 V_1 に切り替えられる。その後、時刻 t_{22} において、駆動電流が、あらかじめ定めた目標ピーク値 I_{p2} （ピーク値）に到達すると、高電圧 V_1 の印加が停止される（ $I_{p1} > I_{p2}$ ）。昇圧期間（ $t_{21} \sim t_{22}$ ）では、駆動IC42において検出電流が目標ピーク値 I_{p2} を超えたか否かが判定され、検出電流 $> I_{p2}$ になった時点で、電圧切替回路43により印加電圧の切替（高電圧 V_1 の印加停止）が実施される。

[0059] 時刻 t_{22} 以降においては、あらかじめ定めた目標電流と電流検出回路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_2 が断続的に印加される。図8と同様に駆動電流が上限値 I_u と下限値 I_d との間で変動するように、低電圧 V_2 の印加が行われる。このとき、時刻 t_{23} において、検出電流が初めて下限値 I_d に達して電圧印加がオンされるが、コイル31に発生する逆起電力により駆動電流が下限値 I_d よりも減少する。ピーク電流が小さい場合は大きい場合と比較して、コイル31に逆起電力が発生する期間が長くなるため、駆動電流が下限値 I_d から減少する量が大きくなる。さらに、目標ピーク値 I_{p2} が小さく、開弁方向へニードル33を移動させる力が小さいため、ニードル33は目標位置に保持されず、噴射孔側へ移動する。

[0060] したがって、時刻 t_{24} で噴射パルスがオフになる前に、ニードル33のリフトが終了され、時刻 t_{24} よりも前に燃料の噴射率が0まで低下することがある。なお、破線のグラフは、ニードル33が目標位置に保持された場合の噴射率を示している。また、燃料噴射弁30の駆動中に駆動電流が異常判定値よりも小さくなると、マイコン41は燃料噴射弁30が異常であると

判定して、異常判定信号をLに切り替える。

[0061] 図10は、バッテリー電圧が高い場合における端子間電圧、駆動電流、及び噴射率を示すタイムチャートである。

[0062] 時刻 t_{31} では、コイル31への印加電圧が高電圧V1に切り替えられる。その後、時刻 t_{32} において、駆動電流が、あらかじめ定めた目標ピーク値 I_{p1} （ピーク値）に到達すると、高電圧V1の印加が停止される。

[0063] 時刻 t_{32} 以降においては、あらかじめ定めた目標電流と電流検出回路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V21が断続的に印加される。駆動電流が上限値 I_u と下限値 I_d との間で変動するように、低電圧V21の印加が行われる。このとき、時刻 t_{33} において、検出電流が初めて下限値 I_d に達して電圧印加がオンされるが、コイル31に発生する逆起電力により駆動電流が下限値 I_d よりも減少する。しかしながら、バッテリー電圧である低電圧V21が高いため、駆動電流は比較的速く上限値 I_u まで増加する。また、目標ピーク値 I_{p1} が大きく、開弁方向へニードル33を移動させる力が大きいため、ニードル33は目標位置に保持される。

[0064] その後、時刻 t_{34} で噴射パルスがオフになると、コイル31への電圧印加が停止され、駆動電流が0になる。その後、コイル31への通電停止に伴いニードル33のリフトが終了され、それに合わせて燃料の噴射率が0まで低下する。

[0065] 図11は、バッテリー電圧が低い場合における端子間電圧、駆動電流、及び噴射率を示すタイムチャートである。

[0066] 時刻 t_{41} では、コイル31への印加電圧が高電圧V1に切り替えられる。その後、時刻 t_{42} において、駆動電流が、あらかじめ定めた目標ピーク値 I_{p1} （ピーク値）に到達すると、高電圧V1の印加が停止される。

[0067] 時刻 t_{42} 以降においては、あらかじめ定めた目標電流と電流検出回路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V2が断続的に印加される。駆動電流が上限値 I_u と下限値 I_d との間で変動するよう

に、低電圧 V_{22} の印加が行われる。このとき、時刻 t_{43} において、検出電流が初めて下限値 I_d に達して電圧印加がオンされるが、コイル 31 に発生する逆起電力により駆動電流が下限値 I_d よりも減少する。バッテリー電圧である低電圧 V_{22} が低いため、駆動電流が増加する速度が低く、駆動電流が下限値 I_d から減少する量が大きくなる。このため、目標ピーク値 I_{p1} が大きくても、ニードル 33 は目標位置に保持されず、噴射孔側へ移動する。

[0068] したがって、時刻 t_{44} で噴射パルスがオフになる前に、ニードル 33 のリフトが終了され、時刻 t_{44} よりも前に燃料の噴射率が 0 まで低下することがある。なお、破線のグラフは、ニードル 33 が目標位置に保持された場合の噴射率を示している。また、燃料噴射弁 30 の駆動中に駆動電流が異常判定値よりも小さくなると、マイコン 41 は燃料噴射弁 30 が異常であると判定して、異常判定信号を L に切り替える。

[0069] 図 12 は、本実施形態の燃料噴射弁の制御手順を示すフローチャートである。この一連の処理は、マイコン 41 により、各気筒の燃料噴射弁 30 による燃料噴射時に実行される。

[0070] まず、コイル 31 へ高電圧 V_1 を印加させる昇圧期間において、駆動電流のピーク電流 I_p 及びバッテリー電圧 V_b を取得する($S10$)。詳しくは、駆動 $IC42$ 及び電圧切替回路 43 によりコイル 31 へ高電圧 V_1 を印加させ、電流検出回路 44 により検出される検出電流に基づき駆動電流のピーク値(ピーク電流 I_p)を取得し、電圧センサ 49 により検出される検出電圧に基づきバッテリー電圧 V_b を取得する。なお、駆動電流が、燃料の圧力に基づき設定された目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2})に到達すると、高電圧 V_1 の印加が停止される。

[0071] 続いて、ピーク電流 I_p が所定電流 I_{pr} よりも小さいか、又はバッテリー電圧 V_b が所定電圧 V_{br} よりも低いか判定する($S11$)。所定電流 I_{pr} は、エンジン 10 の低負荷運転時における燃料の圧力に応じたピーク電流に設定されている。ピーク電流 I_p としては、目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2}

)を用いてもよいし、電流検出回路44により検出された駆動電流のピーク値を用いてもよい。所定電圧 V_{br} は、バッテリー48の充電容量が所定容量まで減少した時におけるバッテリー48の供給電圧、例えば8Vに設定されている。

[0072] S11の判定において、ピーク電流 I_p が所定電流 I_{pr} よりも小さいと判定した場合、又はバッテリー電圧 V_b が所定電圧 V_{br} よりも低いと判定した場合(S11: YES)、昇圧電圧(高電圧 V_1)により燃料噴射弁30を駆動する際の駆動時間を算出する(S12)。詳しくは、図13に示すように、ピーク電流 I_p が小さいほど、昇圧電圧による駆動時間を長い時間に設定する。なお、図14に示すように、バッテリー電圧 V_b が低いほど、昇圧電圧による駆動時間を長い時間に設定してもよい。また、図15に示すように、ピーク電流 I_p が小さいほど昇圧電圧による駆動時間を長い時間に設定し、且つバッテリー電圧 V_b が低いほど昇圧電圧による駆動時間を長い時間に設定してもよい。

[0073] すなわち、このように昇圧電圧による駆動時間を設定することにより、駆動電流が目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2})まで増加された時に高電圧 V_1 の印加を停止させた後、駆動電流が上記下限値 I_d よりも小さく設定された最小電流 I_{mn} よりも大きくなるように、S13において昇圧電圧による駆動を実行する。最小電流 I_{mn} は、燃料噴射弁30の上記異常判定値に設定されている。さらに、上記のように昇圧電圧による駆動時間を設定することにより、駆動電流が目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2})まで増加された時に高電圧 V_1 の印加を停止させた後、S13において昇圧電圧による駆動を開始した後、コイル31に逆起電力が発生しなくなるまで昇圧電圧による駆動を実行(継続)する。

[0074] 続いて、設定された駆動時間にわたって昇圧電圧による駆動を実行する(S13)。詳しくは、電流検出回路44により検出される検出電流に基づいて、駆動電流が上記上限値 I_u と下限値 I_d との間で変動するように、高電圧 V_1 の印加を行う。

- [0075] 続いて、噴射パルスがオフになるまで、バッテリー電圧 V_b による駆動を実行する (S14)。詳しくは、電流検出回路44により検出される検出電流に基づいて、駆動電流が上限値 I_u と下限値 I_d との間で変動するように、低電圧 V_2 の印加を行う。すなわち、コイル31に逆起電力が発生しなくなるまで昇圧電圧による駆動を継続し、コイル31に逆起電力が発生しなくなってからバッテリー電圧 V_b による駆動を実行する。その後、この一連の処理を終了する (END)。
- [0076] また、S11の判定において否定判定した場合、すなわちピーク電流 I_p が所定電流 I_{pr} よりも小さくないと判定し、且つバッテリー電圧 V_b が所定電圧 V_{br} よりも小さくないと判定した場合 (S11:NO)、S14の処理を実行する。すなわち、昇圧電圧による駆動を行うことなく、噴射パルスがオフになるまで、バッテリー電圧 V_b による駆動を実行する。
- [0077] なお、S10の処理が増加制御部としての処理に相当し、S11~S14の処理が保持制御部としての処理に相当する。要するに、S11~S14の処理では、駆動電流が目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2}) まで増加された時に高電圧 V_1 の印加を停止させた後、ピーク電流 I_p 又はバッテリー電圧 V_b に基づいて、低電圧 V_2 をコイル31に印加させて駆動電流を目標電流に保持する第1保持制御と、高電圧 V_1 をコイル31に印加させて駆動電流を目標電流に保持する第2保持制御とを切り替えて実行する。
- [0078] 図16は、本実施形態における燃料噴射弁の制御の態様を示すタイムチャートである。なお、同図では、目標ピーク値 I_{p2} が所定電流 I_{pr} よりも小さい場合を示している。
- [0079] 時刻 t_{51} では、コイル31への印加電圧が高電圧 V_1 に切り替えられる。その後、時刻 t_{52} において、駆動電流が、燃料の圧力に基づき設定された目標ピーク値 I_{p2} に到達すると、高電圧 V_1 の印加が停止される。
- [0080] ここで、目標ピーク値 I_{p2} が所定電流 I_{pr} よりも小さいため、時刻 t_{52} 以降においては、駆動電流が上限値 I_u と下限値 I_d との間で変動するように、高電圧 V_1 の印加が行われる。このとき、時刻 t_{53} において、検

出電流が初めて下限値 I_d に達して電圧印加がオンされ、実線で示すように高電圧 V_1 により駆動電流が速やかに上昇する。

[0081] なお、時刻 t_{52} 以降において、駆動電流が上限値 I_u と下限値 I_d との間で変動するように、低電圧 V_2 の印加が行われた場合は、破線で示すように、コイル 31 に発生する逆起電力により駆動電流が異常判定値よりも減少する。このため、異常判定信号は、 H から L に変化する。また、ニードル 33 は目標位置に保持されず、噴射孔側へ移動する。その後、ニードル 33 のリフトが終了され、燃料の噴射率が 0 まで低下する。

[0082] これに対して、時刻 t_{53} から高電圧 V_1 により駆動した場合は、駆動電流が上限値 I_u と下限値 I_d との間で変動する。また、駆動電流は、異常判定値よりも大きい値に維持される。このため、異常判定信号は、 H のまま維持される。

[0083] 時刻 t_{54} 以降においては、駆動電流が上限値 I_u と下限値 I_d との間で変動するように、低電圧 V_2 の印加が行われる。これにより、駆動電流が上限値 I_u と下限値 I_d との間で変動する。

[0084] その後、時刻 t_{55} で噴射パルスがオフになると、コイル 31 への電圧印加が停止され、駆動電流が 0 になる。その後、コイル 31 への通電停止に伴いニードル 33 のリフトが終了され、それに合わせて燃料の噴射率が 0 まで低下する。

[0085] なお、同図では、目標ピーク値 I_{p2} が所定電流 I_{pr} よりも小さい場合を示したが、バッテリー電圧 V_b (低電圧 V_2) が所定電圧 V_{br} よりも低い場合も、同図に準じた態様となる。

[0086] 以上詳述した本実施形態は、以下の利点を有する。

[0087] ・マイコン 41 は、噴射孔を開く方向へニードル 33 を移動させる力が小さい場合は、第2保持制御に切り替えて実行することができる。第2保持制御は、駆動 $IC42$ 及び電圧切替回路 43 により高電圧 V_1 (昇圧電圧) をコイル 31 に印加させて、駆動電流を目標電流に保持する制御である。したがって、駆動電流が目標電流よりも小さくなることを抑制することができ、

ひいてはニードル33が目標位置よりも噴射孔側へ移動することを抑制することができる。

[0088] ・マイコン41は、昇圧期間において噴射孔を開く方向へニードル33を移動させる力が小さくない場合は、第1保持制御に切り替えて実行することができる。第1保持制御は、駆動IC42及び電圧切替回路43により高電圧V1よりも低い低電圧V2（バッテリー電圧Vb）をコイル31に印加させて、駆動電流を目標電流に保持する制御である。このため、駆動電流が目標電流よりも大きくなることを抑制することができ、ひいてはコイル31による電力消費を抑制することができる。

[0089] ・マイコン41は、駆動電流が目標ピーク値Ip1（Ip2）まで増加された時に駆動IC42及び電圧切替回路43による高電圧V1の印加を停止させた後、目標ピーク値Ip1（Ip2）又は低電圧V2に基づいて、駆動電流が目標電流よりも小さく設定された最小電流Imn（異常判定値）よりも大きくなるように、第1保持制御と第2保持制御とを切り替えて実行する。このため、駆動電流の目標ピーク値Ip1（Ip2）が小さい場合等であっても、駆動電流が目標電流よりも小さく設定された最小電流Imnよりも小さくなることを避けることができる。したがって、ニードル33を目標位置に保持する際に、燃料噴射弁30の異常判定において異常と判定されることを抑制することができる。

[0090] ・マイコン41は、駆動電流が目標ピーク値Ip1（Ip2）まで増加された時に駆動IC42及び電圧切替回路43による高電圧V1の印加を停止させた後、目標ピーク値Ip1（Ip2）が所定電流Iprよりも小さい場合に、第2保持制御に切り替えて実行する。このため、駆動電流が目標電流よりも小さくなることを抑制することができ、ひいてはニードル33が目標位置よりも噴射孔側へ移動することを抑制することができる。

[0091] ・低電圧V2は、バッテリー48から供給されるバッテリー電圧Vbである。そして、マイコン41は、駆動電流が目標ピーク値Ip1（Ip2）まで増加された時に駆動IC42及び電圧切替回路43による高電圧V1の印加を

停止させた後、低電圧 V_2 が所定電圧 V_{br} よりも低い場合に、第2保持制御に切り替えて実行する。このため、バッテリー48から供給される低電圧 V_2 が所定電圧 V_{br} よりも低くなった場合は、第2保持制御に切り替えて実行することができ、駆動電流が目標電流よりも小さくなることを抑制することができる。

[0092] マイコン41は、駆動電流が目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2})まで増加された時に駆動IC42及び電圧切替回路43による高電圧 V_1 の印加を停止させた後、目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2})又は低電圧 V_2 に基づいて、第2保持制御を開始した後、コイル31に逆起電力が発生しなくなるまで第2保持制御を継続し、コイル31に逆起電力が発生しなくなってから第1保持制御に切り替えて実行する。このため、コイル31に逆起電力が発生している間は、第2保持制御によりニードル33が目標位置よりも噴射孔側へ移動することを抑制することができる。そして、コイル31に逆起電力が発生しなくなつてからは、第1保持制御に切り替えることにより、コイル31による電力消費を抑制することができる。

[0093] なお、上述したように、燃料の圧力に基づいて駆動電流の目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2})が設定されると、駆動電流のピーク電流 I_p が小さい場合に、噴射孔を開く方向へニードル33を移動させる力が小さくなる。このため、コイル31に印加する電圧を高電圧 V_1 よりも低い低電圧 V_2 に切り替える際に、ニードル33が移動して噴射孔を閉じることがある。

[0094] そこで、マイコン41（保持制御部）は、駆動電流が目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2})まで増加された時に駆動IC42及び電圧切替回路43による高電圧 V_1 の印加を停止させた後、燃料の圧力が所定圧力よりも低い場合に、第2保持制御に切り替えて実行してもよい。所定圧力は、例えばエンジン10の低負荷運転時における燃料の圧力に設定されている。こうした構成によれば、燃料の圧力が所定圧力よりも低い場合、すなわち目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2})が所定電流よりも小さい場合は、第2保持制御に切り替えて実行することができ、駆動電流が目標電流よりも小さくなることを抑制すること

ができる。

[0095] (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、駆動電流を目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2})まで増加させた後に、高電圧 V_1 による駆動を実行する条件を変更している。なお、第1実施形態と同一の部分については、同一の符号を付すことにより説明を省略する。

[0096] 図17は、本実施形態の燃料噴射弁の制御手順を示すフローチャートである。この一連の処理は、マイコン41により、各気筒の燃料噴射弁30による燃料噴射時に実行される。

[0097] S20の処理は、図12のS10の処理と同一である。

[0098] S21において、ピーク電流 I_p が第1所定電流 I_{pr1} よりも小さいか否か判定する。第1所定電流 I_{pr1} は、上記所定電流 I_{pr} と同様に、エンジン10の低負荷運転時における燃料の圧力に応じたピーク電流に設定されている。この判定において、ピーク電流 I_p が第1所定電流 I_{pr1} よりも小さくないと判定した場合(S21:NO)、ピーク電流 I_p が第2所定電流 I_{pr2} よりも小さいか否か判定する(S22)。第2所定電流 I_{pr2} は、エンジン10の高負荷運転時における燃料の圧力に応じたピーク電流に設定されている。

[0099] S22の判定において、ピーク電流 I_p が第2所定電流 I_{pr2} よりも小さいと判定した場合(S22:YES)、バッテリー電圧 V_b が所定電圧 V_{br} よりも低いと判定するか否か判定する(S23)。所定電圧 V_{br} は、バッテリー48の充電容量が所定容量まで減少した時におけるバッテリー48の供給電圧、例えば10Vに設定されている。この判定において、バッテリー電圧 V_b が所定電圧 V_{br} よりも低いと判定した場合(S23:YES)、昇圧電圧(高電圧 V_1)により燃料噴射弁30を駆動する際の駆動時間を算出する(S24)。S24の処理は、図12のS12の処理と同一である。また、S21の判定において、ピーク電流 I_p が第1所定電流 I_{pr1} よりも小さいと判定

した場合（S 2 1 : Y E S）、S 2 4 の処理を実行する。

[0100] 続いて、設定された駆動時間にわたって昇圧電圧による駆動を実行する（S 2 5）。S 2 5 の処理は、図 1 2 の S 1 3 の処理と同一である。

[0101] 続いて、噴射パルスがオフになるまで、バッテリー電圧 V_b による駆動を実行する（S 2 6）。S 2 6 の処理は、図 1 2 の S 1 4 の処理と同一である。その後、この一連の処理を終了する（E N D）。

[0102] 一方、S 2 2 の判定において、ピーク電流 I_p が第 2 所定電流 I_{pr2} よりも小さくないと判定した場合（S 2 2 : N O）、及び S 2 3 の判定において、バッテリー電圧 V_b が所定電圧 V_{br} よりも低くないと判定した場合（S 2 3 : N O）、S 2 6 の処理を実行する。

[0103] なお、S 2 0 の処理が増加制御部としての処理に相当し、S 2 1 ~ S 2 6 の処理が保持制御部としての処理に相当する。要するに、S 2 1 ~ S 2 6 の処理では、駆動電流が目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2}) まで増加された時に高電圧 V_1 の印加を停止させた後、ピーク電流 I_p 及びバッテリー電圧 V_b に基づいて、低電圧 V_2 をコイル 3 1 に印加させて駆動電流を目標電流に保持する第 1 保持制御と、高電圧 V_1 をコイル 3 1 に印加させて駆動電流を目標電流に保持する第 2 保持制御とを切り替えて実行する。

[0104] 本実施形態は、以下の利点を有する。ここでは、第 1 実施形態と相違する利点のみを述べる。

[0105] ・マイコン 4 1 は、高電圧 V_1 （昇圧電圧）の印加を停止させた後、ピーク電流 I_p が第 1 所定電流 I_{pr1} よりも小さい場合に、第 2 保持制御に切り替えて実行する。このため、駆動電流のピーク電流 I_p が第 1 所定電流 I_{pr1} よりも小さい場合であっても、駆動電流が目標電流よりも小さくなることを抑制することができ、ひいてはニードル 3 3 が目標位置よりも噴射孔側へ移動することを抑制することができる。

[0106] ・マイコン 4 1 は、ピーク電流 I_p が第 1 所定電流 I_{pr1} よりも大きく、第 1 所定電流 I_{pr1} よりも大きい第 2 所定電流 I_{pr2} よりも小さく、且つ低電圧 V_2 （バッテリー電圧）が所定電圧 V_{br} よりも低い場合にも、第

2 保持制御に切り替えて実行する。このため、駆動電流のピーク電流 I_p が第 2 所定電流 I_{pr2} よりも大きくなり、且つ低電圧 V_2 が所定電圧 V_{br} よりも低い場合であっても、駆動電流が目標電流よりも小さくなることを抑制することができる。

[0107] (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、駆動電流を目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2}) まで増加させた後に、高電圧 V_1 による駆動を実行する際の駆動電流の変動幅を最適化している。なお、第 1 実施形態と同一の部分については、同一の符号を付すことにより説明を省略する。

[0108] 第 2 保持制御では、高電圧 V_1 をコイル 31 に印加させて駆動電流を目標電流に保持するため、駆動電流の変動幅が大きくなり易い。駆動電流の変動幅が大きくなると、ニードル 33 の動作が不安定となり、ひいては燃料の噴射量（噴射率）が変動し易くなる。

[0109] 図 18 は、昇圧電圧駆動及びバッテリー電圧駆動における端子間電圧及び駆動電流を示すタイムチャートである。上述したように、マイコン 41 は、高電圧 V_1 （昇圧電圧）の印加を停止させた後、第 1 保持制御と第 2 保持制御とを切り替えて実行する。その場合、コイル 31 に印加される端子間電圧が互いに異なるため、駆動電流の増加速度が互いに異なる。

[0110] 図 19 は、図 18 の駆動電流の一部を拡大して示すタイムチャートである。同図に示すように、電流検出回路 44 により検出された検出電流が目標電流に到達した時に、電圧の印加をオフにしたとしても、昇圧電圧駆動における駆動電流のオーバーシュート量はバッテリー電圧駆動における駆動電流オーバーシュート量よりも大きくなる。

[0111] 図 20 は、駆動電流の変動幅が大きい場合における燃料の噴射量を示すタイムチャートである。同図に示すように、燃料噴射弁 30 への通電時間に対して、噴射量が一定の速度で増加せず、噴射量の増加速度（噴射率）の変動が大きくなる。

- [0112] 図 2 1 は、駆動電流の変動幅が小さい場合における燃料の噴射量を示すタイムチャート。同図に示すように、燃料噴射弁 3 0 への通電時間に対して、噴射量が略一定の速度で増加し、噴射量の増加速度（噴射率）の変動が小さくなる。
- [0113] 図 2 2 は、本実施形態の燃料噴射弁の制御手順を示すフローチャートである。この一連の処理は、マイコン 4 1 により、各気筒の燃料噴射弁 3 0 による燃料噴射時に実行される。
- [0114] S 3 0, S 3 1 の処理は、図 1 2 の S 1 0, S 1 1 の処理と同一である。
- [0115] S 3 2 において、昇圧電圧（高電圧 V 1）により燃料噴射弁 3 0 を駆動する際の駆動電流の変動幅を最適化する。例えば、低電圧 V 2（バッテリー電圧 V b）による駆動と同様に、駆動電流が上限値 I_u と下限値 I_d との間で変動するように、駆動電流の変動幅を設定する。
- [0116] S 3 3 の処理は、図 1 2 の S 1 2 の処理と同一である。
- [0117] S 3 4 において、駆動電流の変動幅が、設定された変動幅になるように、設定された駆動時間にわたって昇圧電圧による駆動を実行する。詳しくは、昇圧電圧の印加をオフにした際の駆動電流のオーバーシュート量を見込んで、昇圧電圧のオン時間及びオフ時間を制御する。なお、駆動電流の変動幅が設定された変動幅になるように、駆動電流の目標電流の見かけ上の上限値 I_u 及び下限値 I_d を設定して、検出電流が下限値 I_d に達すると電圧印加をオンし、検出電流が上限値 I_u に達すると電圧印加をオフしてもよい。
- [0118] S 3 5 の処理は、図 1 2 の S 1 4 の処理と同一である。
- [0119] なお、S 3 0 の処理が増加制御部としての処理に相当し、S 3 1 ~ S 3 5 の処理が保持制御部としての処理に相当する。
- [0120] 本実施形態によれば、第 2 保持制御における駆動電流の変動幅を、第 1 保持制御における駆動電流の変動幅に等しくすることができ、ニードル 3 3 の動作が不安定となることを抑制することができる。なお、昇圧電圧により燃料噴射弁 3 0 を駆動する際の駆動電流の変動幅を、バッテリー電圧 V b により燃料噴射弁 3 0 を駆動する際の駆動電流の変動幅よりも大きく設定すること

もできる。

[0121] なお、上記各実施形態を、以下のように変更して実施することもできる。
上記各実施形態と同一の部分については、同一の符号を付すことにより説明を省略する。

[0122] ・図23に示すように、マイコン41は、時刻 t_{52} において高電圧 V_1 の印加を停止させた後、時刻 t_{53} までコイル31に負の電圧を印加させてもよい。こうした構成によれば、ニードル33の位置が目標位置に到達する手前でニードル33を急減速させることができる。このため、負の電圧を印加しない場合（破線）と比較して、実線で示すように噴射率のオーバーシュート量を小さくすることができる。こうした構成においても、第2保持制御に切り替えて実行することにより、駆動電流が目標電流よりも小さくなることを抑制することができ、ひいてはニードル33が目標位置よりも噴射孔側へ移動することを抑制することができる。

[0123] ・図24に示すように、マイコン41は、駆動電流を目標ピーク値 I_{p2} （ピーク値）まで複数回増加させた時に、高電圧 V_1 の印加を停止させてもよい。そして、駆動電流を目標ピーク値 I_{p2} まで最後に増加させた時からの駆動電流の減少を、第2保持制御により抑制してもよい。

[0124] ・図25に示すように、マイコン41は、時刻 t_{72} において駆動電流を目標ピーク値 I_{p2} （ピーク値）まで増加させた後、時刻 t_{73} において昇圧電圧により駆動電流を上限値 I_u と下限値 I_d との間に保持する制御を開始するまでの間に、駆動電流を上限値 I_u よりも大きい目標値 I_t （中間電流）に保持する制御を実行してもよい。ここでは、高電圧 V_1 により、駆動電流を上限値 I_u よりも大きい目標値 I_t に保持している。そして、駆動電流の目標値を目標値 I_t から上限値 I_u 及び下限値 I_d に切り替える際の駆動電流の減少を、第2保持制御により抑制してもよい。

[0125] ・図26に示すように、マイコン41は、時刻 t_{72} において駆動電流を目標ピーク値 I_{p2} （ピーク値）まで増加させた後、時刻 t_{73} において昇圧電圧により駆動電流を上限値 I_u と下限値 I_d との間に保持する制御を開

始するまでの間に、駆動電流を上限值 I_u よりも大きい目標値 I_t に保持する制御を実行してもよい。ここでは、低電圧 V_2 により、駆動電流を上限值 I_u よりも大きい目標値 I_t に保持している。そして、駆動電流の目標値を目標値 I_t から上限値 I_u 及び下限値 I_d に切り替える際の駆動電流の減少を、第2保持制御により抑制してもよい。

[0126] ・ 駆動電流が目標ピーク値 I_{p1} (I_{p2}) まで増加された時に高電圧 V_1 の印加を停止させた後、昇圧電圧による駆動を開始した後、リフト量センサにより検出されるニードル33のリフト量に基づいて、コイル31に逆起電力が発生しなくなるまで昇圧電圧による駆動を実行（継続）してもよい。また、各燃料噴射弁30についてコイル31に逆起電力が発生しなくなるまでの時間を予め取得しておき、燃料噴射弁30の製造ばらつきや経時変化によりその時間が最も長くなる場合に合わせて、昇圧電圧による駆動時間を設定してもよい。

[0127] ・ 最小電流 I_{mn} は、燃料噴射弁30の上記異常判定値に限らず、ニードル33が噴射孔を閉じるおそれのある電流値等に設定することもできる。

[0128] ・ 駆動IC42、電圧切替回路43、低圧電源部45、及び高圧電源部46が、ECU40の外部に設けられていてもよい。また、燃料噴射弁の制御装置が、マイコン41及び駆動IC42の機能を備えていてもよく、ECU40の機能を備えていてもよい。すなわち、燃料噴射弁の制御装置が、マイコン41及び駆動IC42により構成されていてもよく、ECU40により構成されていてもよい。

[0129] 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] 燃料を噴射する噴射孔を開閉する弁体（33）及び通電されることで前記噴射孔を開く方向の力を前記弁体に作用させるコイル（31）を備える燃料噴射弁（30）を、第1電圧及び前記第1電圧よりも低い第2電圧を切り替えて前記コイルに印加する駆動回路（42, 43）により駆動させる、燃料噴射弁の制御装置（41）であって、

前記駆動回路により前記第1電圧を前記コイルに印加させて、前記コイルに流れる電流である駆動電流をピーク値まで増加させる増加制御部と、

前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記ピーク値、前記第2電圧、及び前記燃料の圧力の少なくとも1つに基づいて、前記駆動回路により前記第2電圧を前記コイルに印加させて前記駆動電流を目標電流に保持する第1保持制御と、前記駆動回路により前記第1電圧を前記コイルに印加させて前記駆動電流を前記目標電流に保持する第2保持制御とを切り替えて実行する保持制御部と、を備える燃料噴射弁の制御装置。

[請求項2] 前記保持制御部は、前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記ピーク値、前記第2電圧、及び前記燃料の圧力の少なくとも1つに基づいて、前記駆動電流が前記目標電流よりも小さく設定された最小電流よりも大きくなるように、前記第1保持制御と前記第2保持制御とを切り替えて実行する、請求項1に記載の燃料噴射弁の制御装置。

[請求項3] 前記燃料の圧力に基づいて前記ピーク値を設定するピーク値設定部を備え、

前記保持制御部は、前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停

止させた後、前記ピーク値設定部により設定された前記ピーク値が所定電流よりも小さい場合に、前記第2保持制御に切り替えて実行する、請求項1又は2に記載の燃料噴射弁の制御装置。

[請求項4]

前記第2電圧はバッテリー(48)から供給される電圧であり、

前記保持制御部は、前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記第2電圧が所定電圧よりも低い場合に、前記第2保持制御に切り替えて実行する、請求項1又は2に記載の燃料噴射弁の制御装置。

[請求項5]

前記燃料の圧力に基づいて前記ピーク値を設定するピーク値設定部を備え、

前記第2電圧はバッテリーから供給される電圧であり、

前記保持制御部は、前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記ピーク値設定部により設定された前記ピーク値が第1所定電流よりも小さい場合、又は、前記ピーク値設定部により設定された前記ピーク値が前記第1所定電流よりも大きく、前記第1所定電流よりも大きい第2所定電流よりも小さく、且つ前記第2電圧が所定電圧よりも低い場合に、前記第2保持制御に切り替えて実行する、請求項1又は2に記載の燃料噴射弁の制御装置。

[請求項6]

前記燃料の圧力に基づいて前記ピーク値を設定するピーク値設定部を備え、

前記保持制御部は、前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記燃料の圧力が所定圧力よりも低い場合に、前記第2保持制御に切り替えて実行する、請求項1又は2に記載の燃料噴射弁の制御装置。

[請求項7]

前記保持制御部は、前記増加制御部により前記駆動電流が前記ピー

ク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記ピーク値、前記第2電圧、及び前記燃料の圧力の少なくとも1つに基づいて、前記第2保持制御を開始した後、前記コイルに逆起電力が発生しなくなるまで前記第2保持制御を継続し、前記コイルに逆起電力が発生しなくなってから前記第1保持制御に切り替えて実行する、請求項1～6のいずれか1項に記載の燃料噴射弁の制御装置。

[請求項8] 前記保持制御部は、前記第1保持制御において前記駆動電流を前記目標電流に保持する際に前記駆動電流の変動幅を所定変動幅に制御し、前記第2保持制御において前記駆動電流を前記目標電流に保持する際に前記駆動電流の変動幅を前記所定変動幅に制御する、請求項1～7のいずれか1項に記載の燃料噴射弁の制御装置。

[請求項9] 燃料を噴射する噴射孔を開閉する弁体(33)及び通電されることで前記噴射孔を開く方向の力を前記弁体に作用させるコイル(31)を備える燃料噴射弁(30)を、第1電圧及び前記第1電圧よりも低い第2電圧を切り替えて前記コイルに印加する駆動回路(42, 43)により駆動させる、燃料噴射弁の制御方法であって、

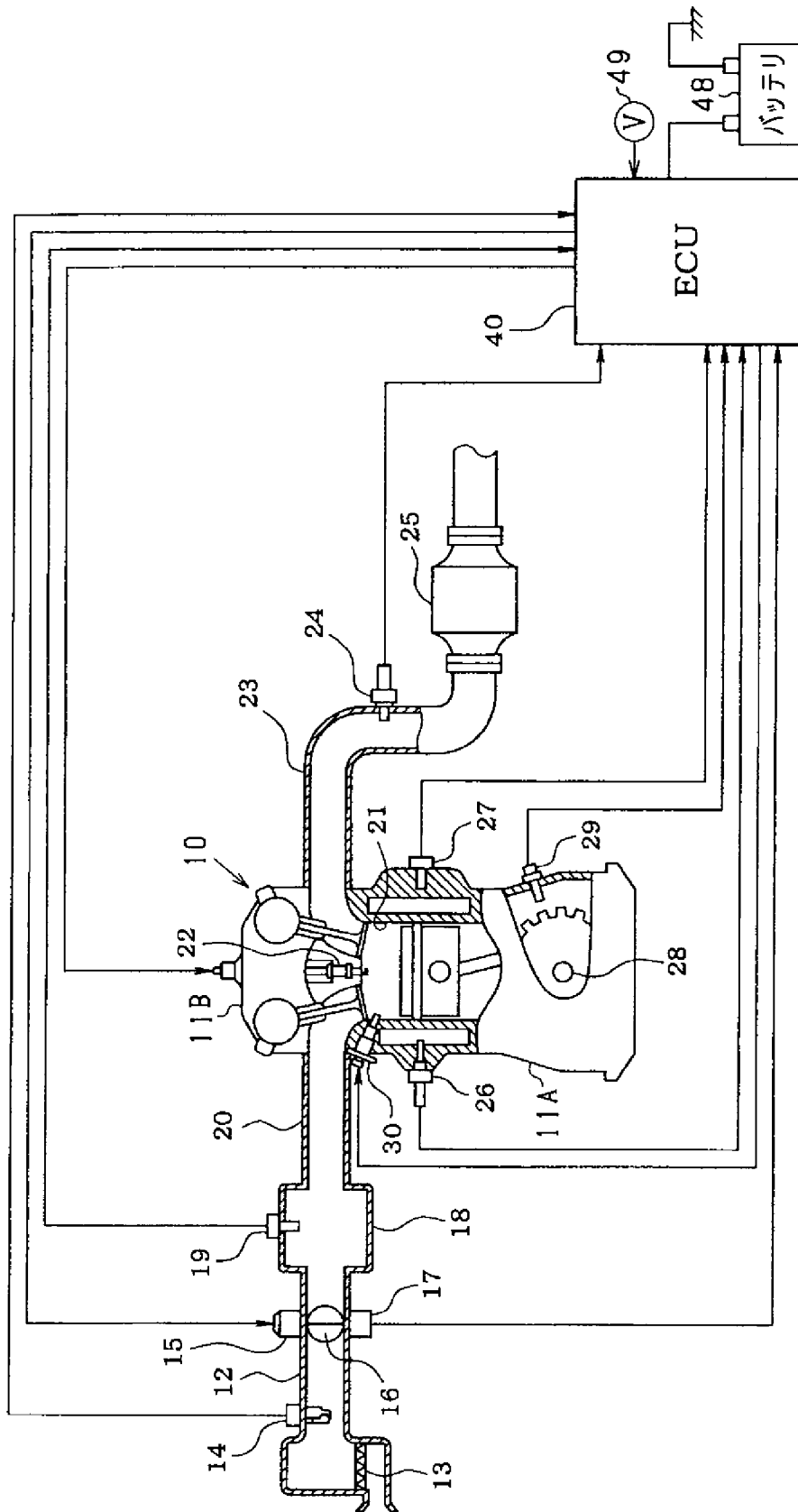
前記駆動回路により前記第1電圧を前記コイルに印加させて、前記コイルに流れる電流である駆動電流をピーク値まで増加させる増加制御工程と、

前記増加制御工程により前記駆動電流が前記ピーク値まで増加された時に前記駆動回路による前記第1電圧の印加を停止させた後、前記ピーク値、前記第2電圧、及び前記燃料の圧力の少なくとも1つに基づいて、前記駆動回路により前記第2電圧を前記コイルに印加させて前記駆動電流を目標電流に保持する第1保持制御と、前記駆動回路により前記第1電圧を前記コイルに印加させて前記駆動電流を前記目標電流に保持する第2保持制御とを切り替えて実行する保持制御工程と、

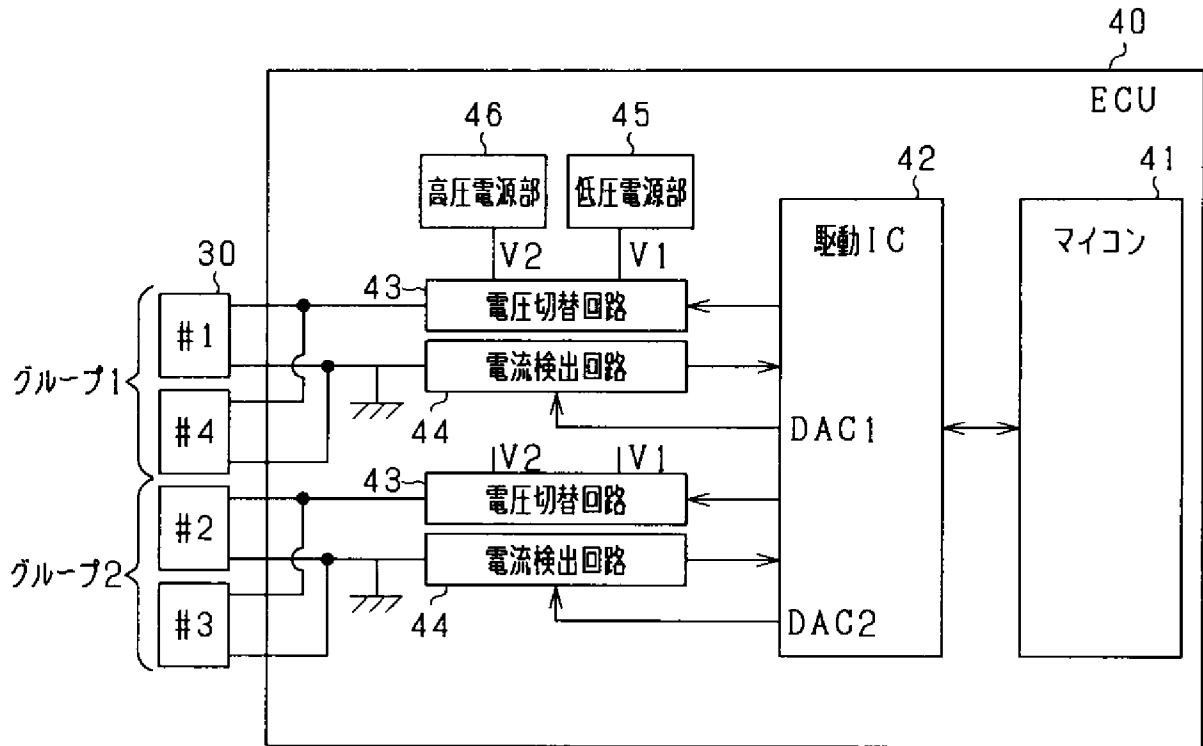
、

を実施する燃料噴射弁の制御方法。

[図1]

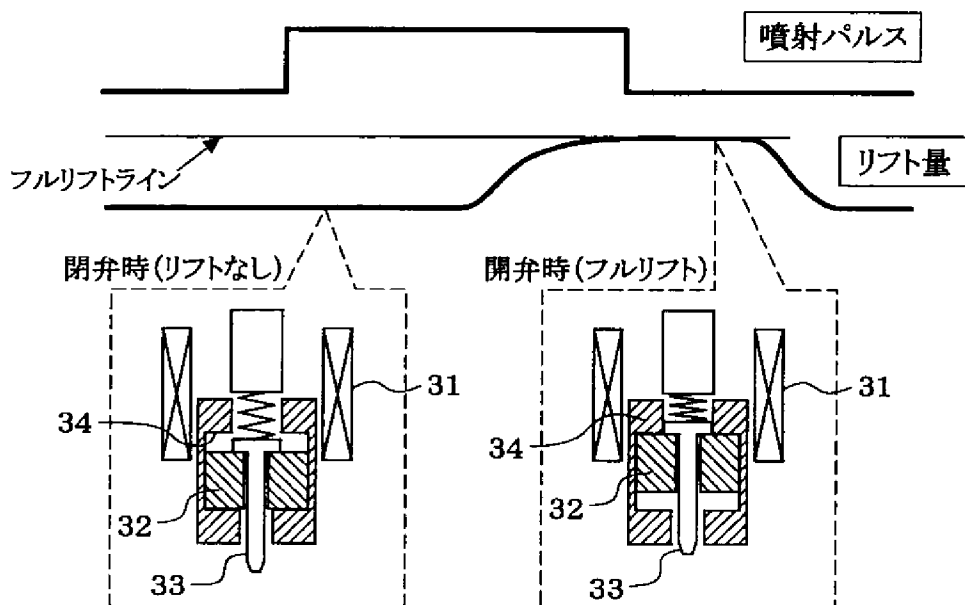


[図2]

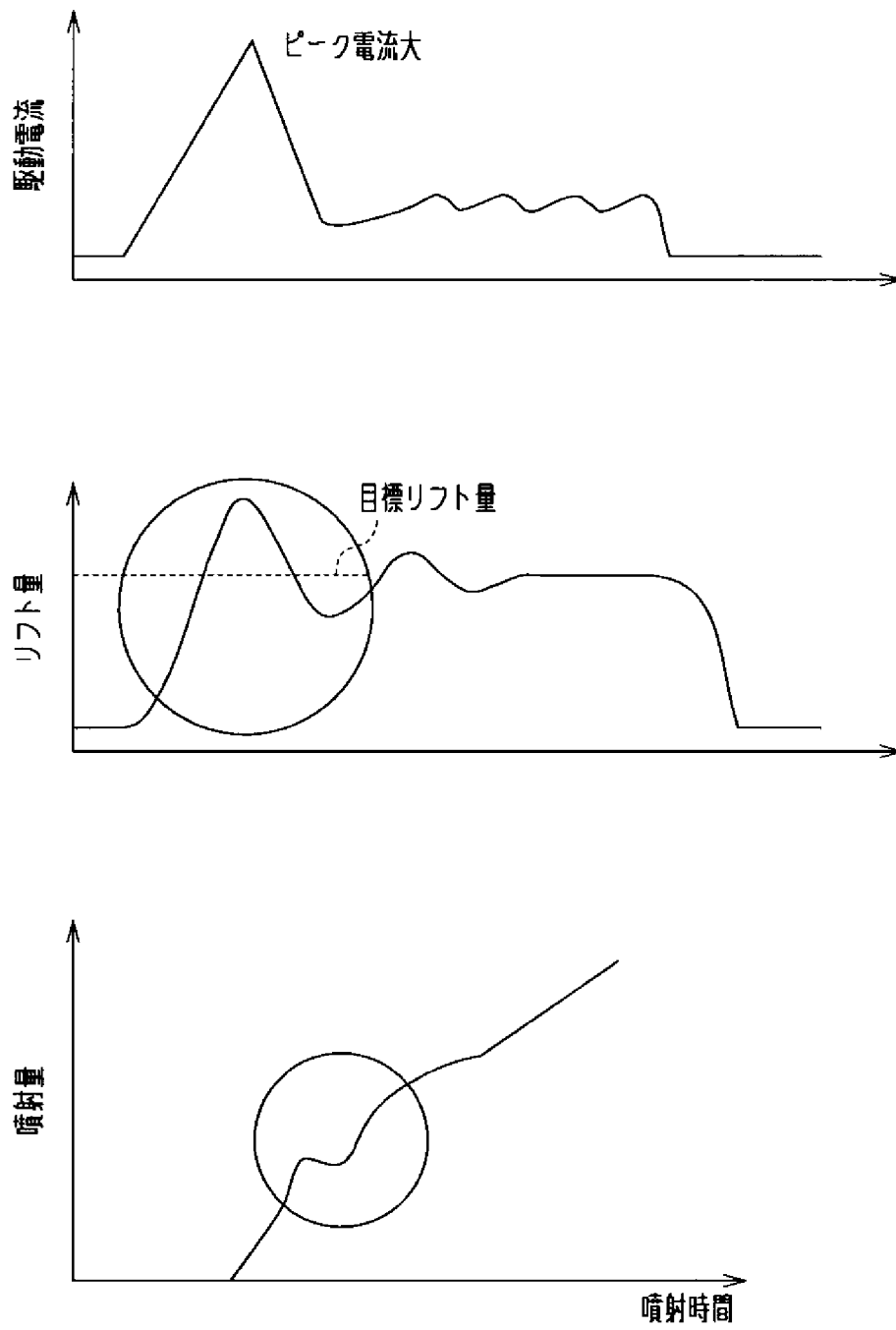


[図3]

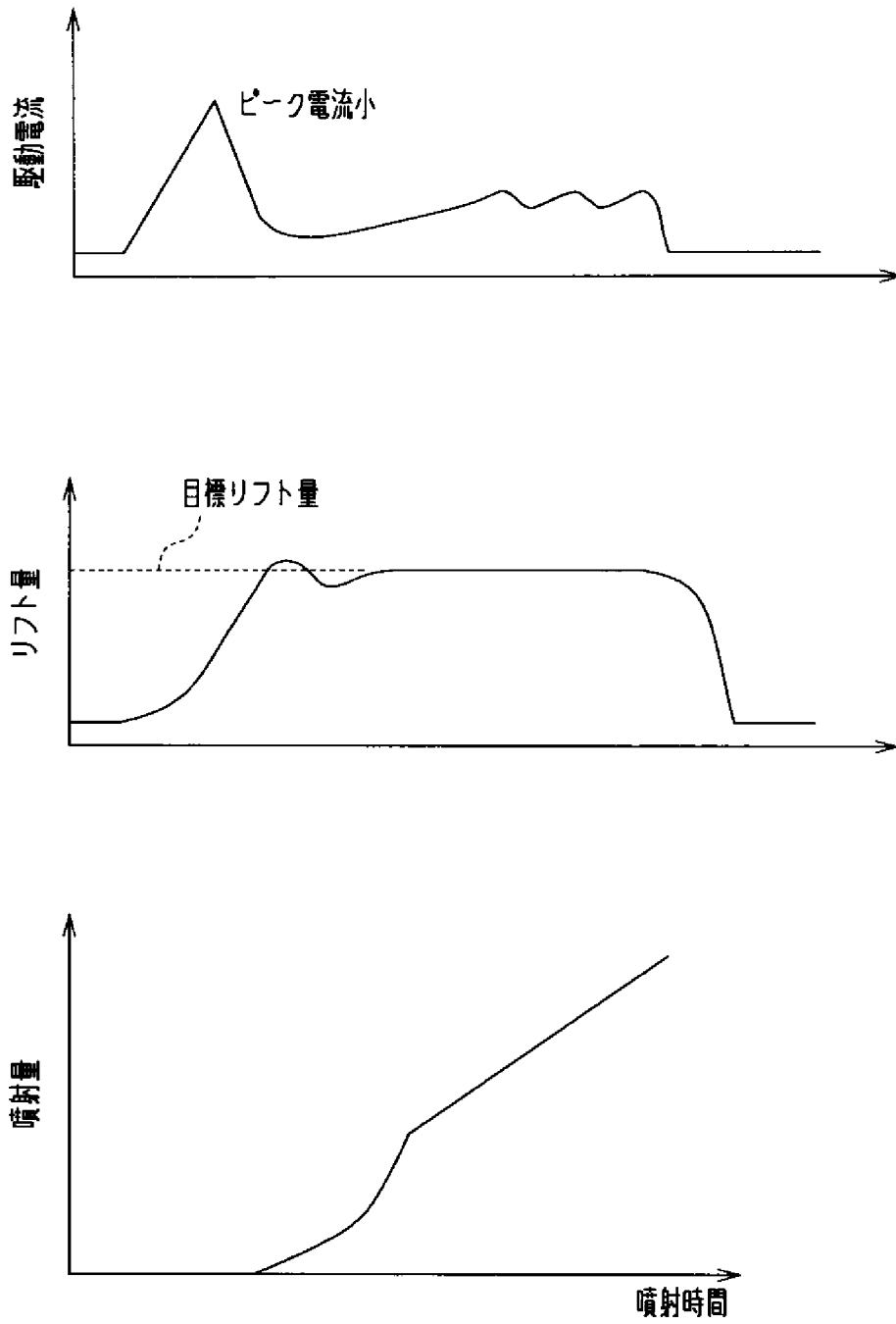
フルリフト



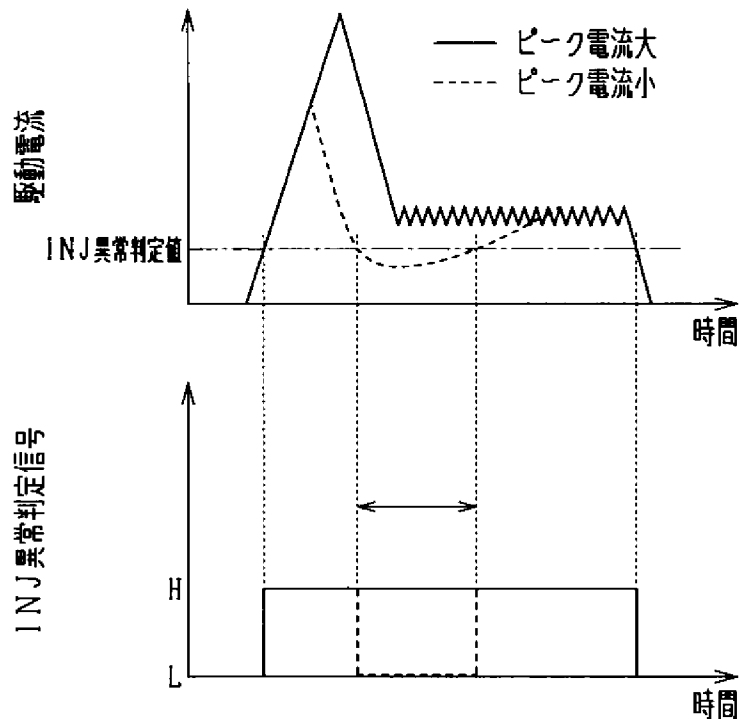
[図4]



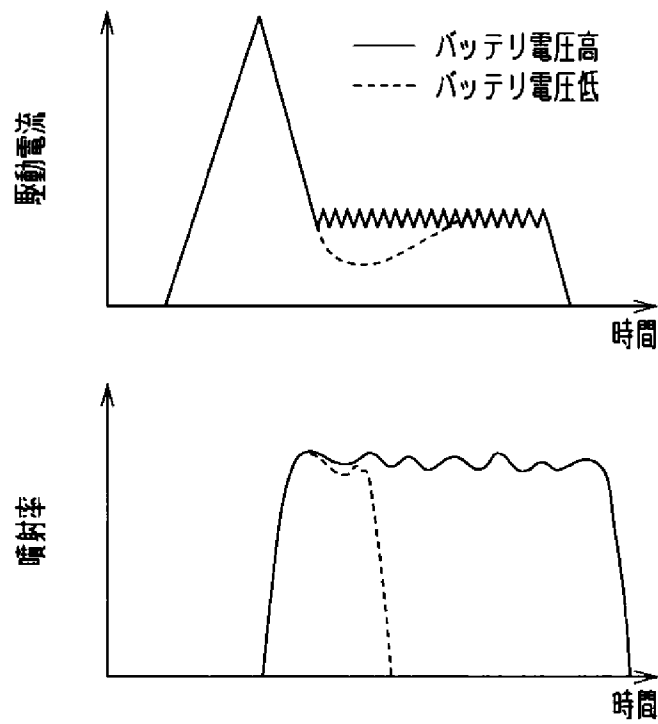
[図5]



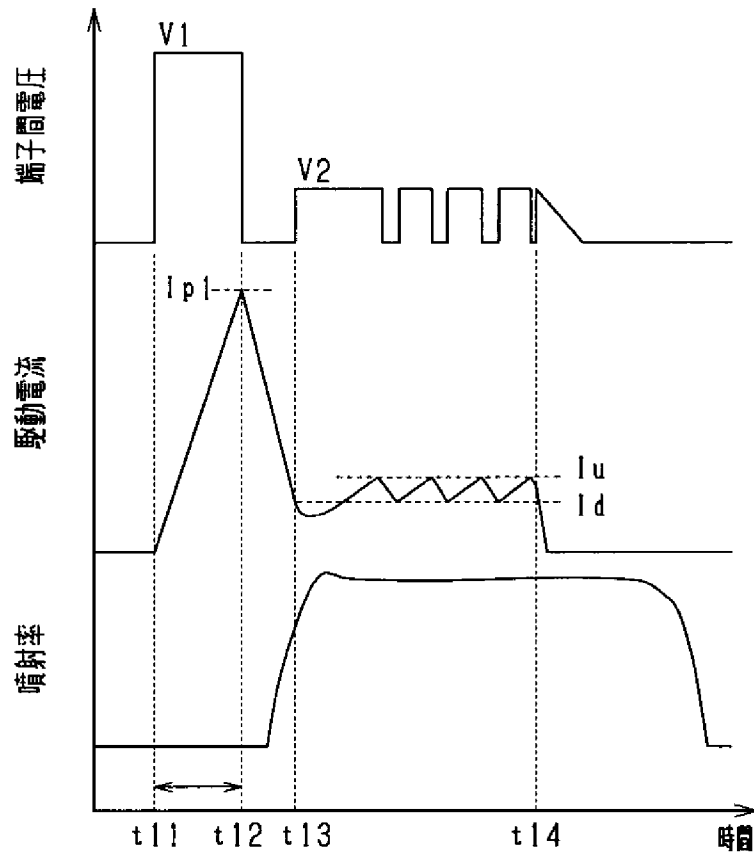
[図6]



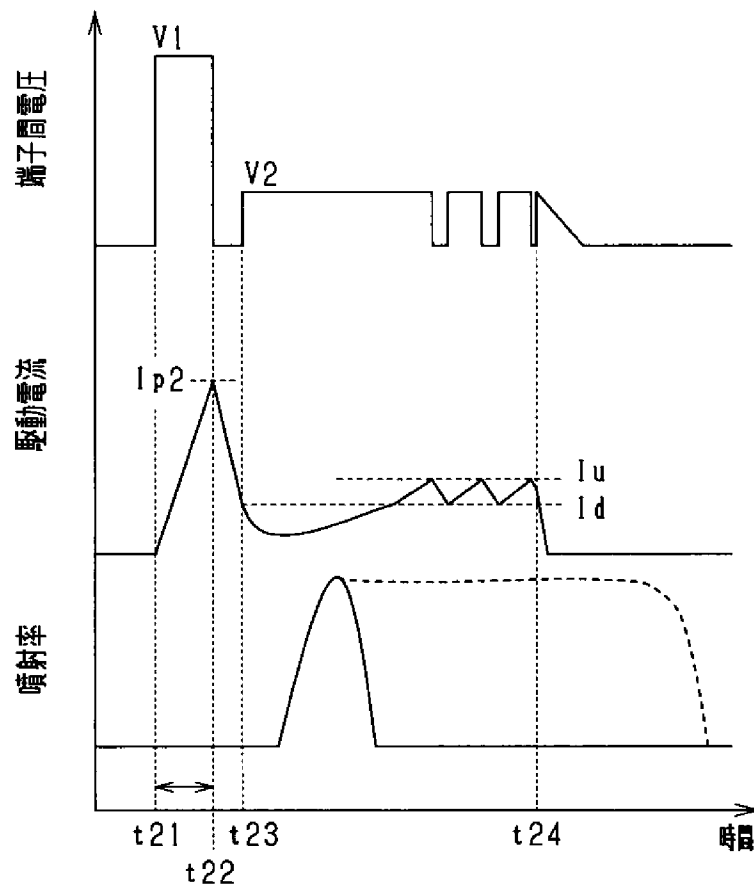
[図7]



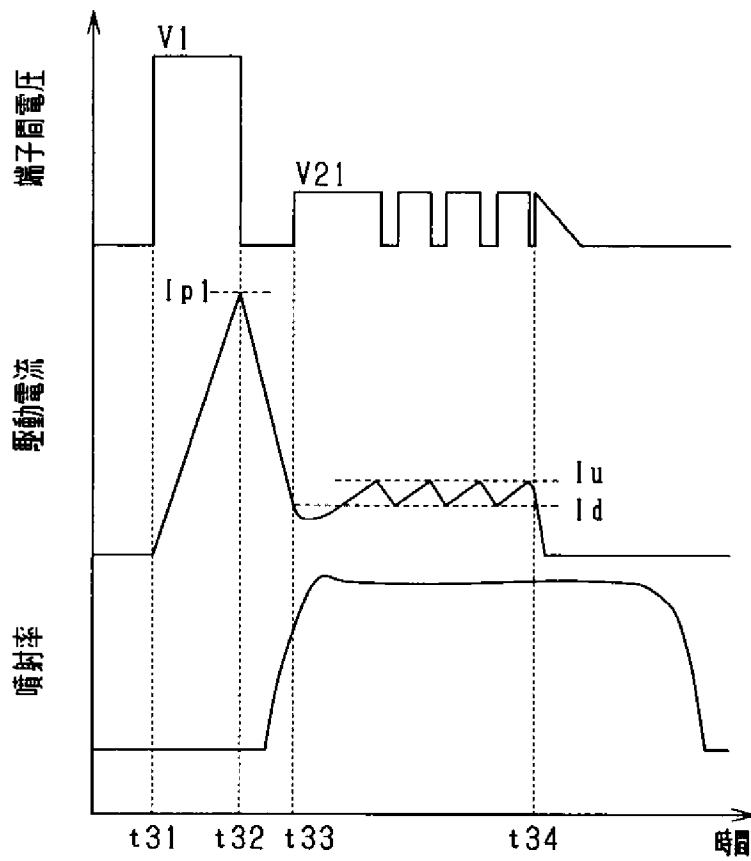
[図8]



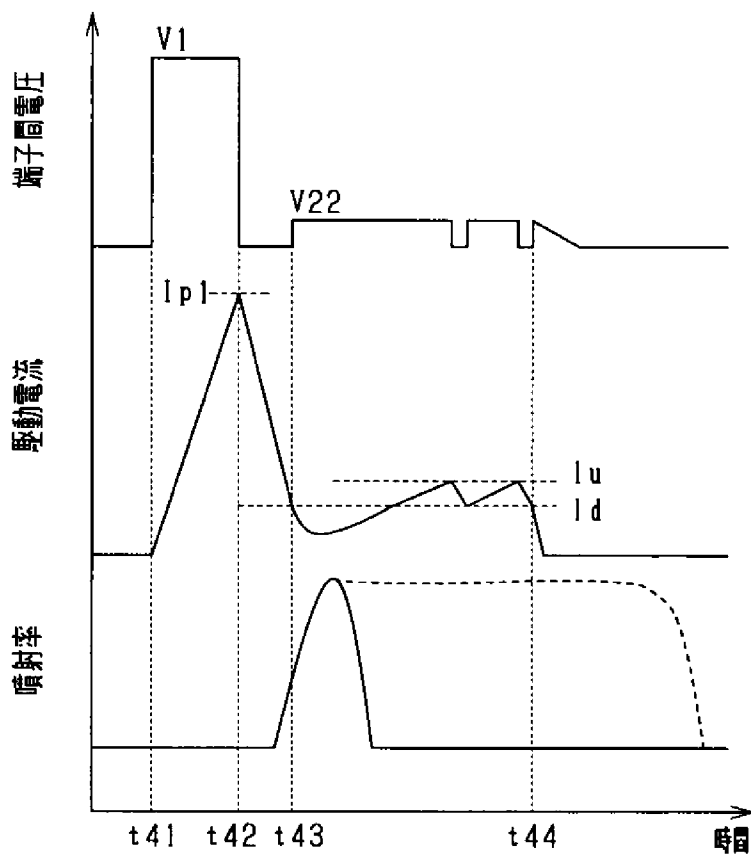
[図9]



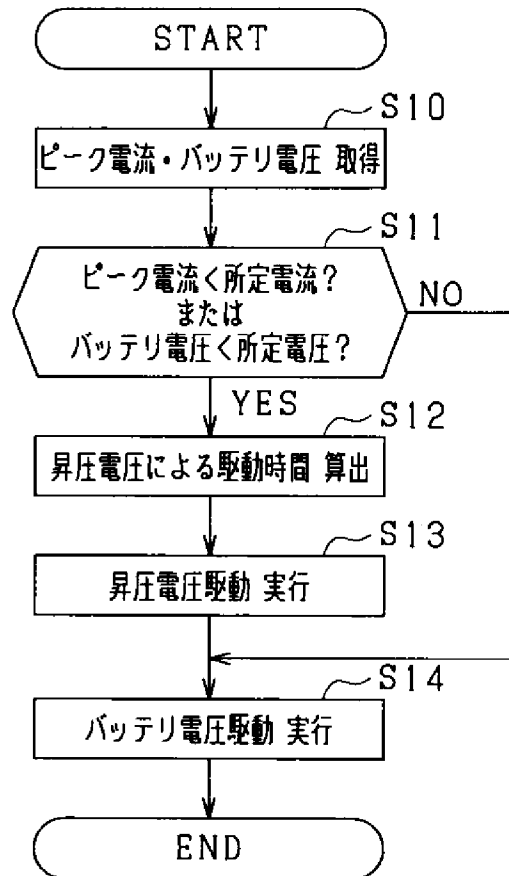
[図10]



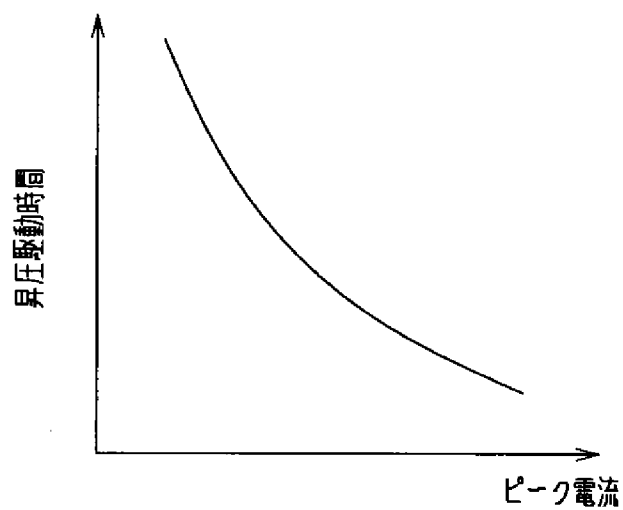
[図11]



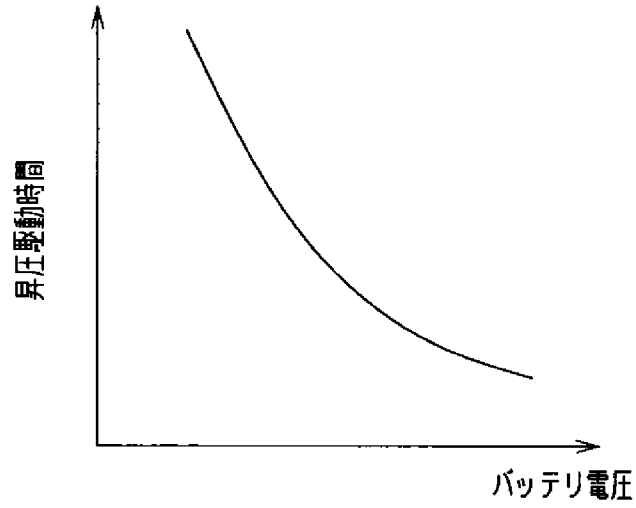
[図12]



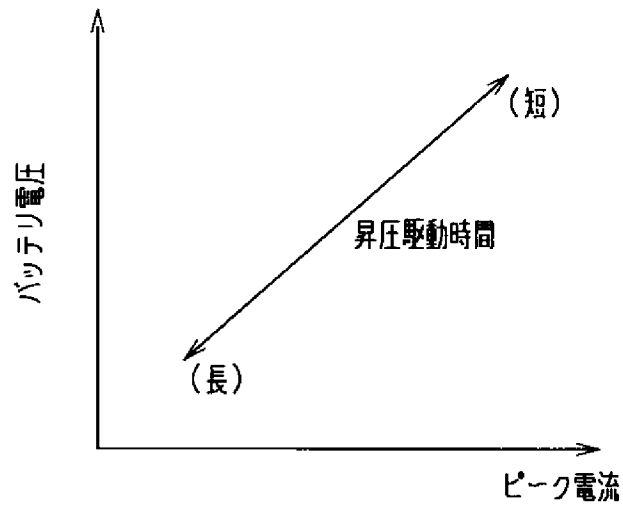
[図13]



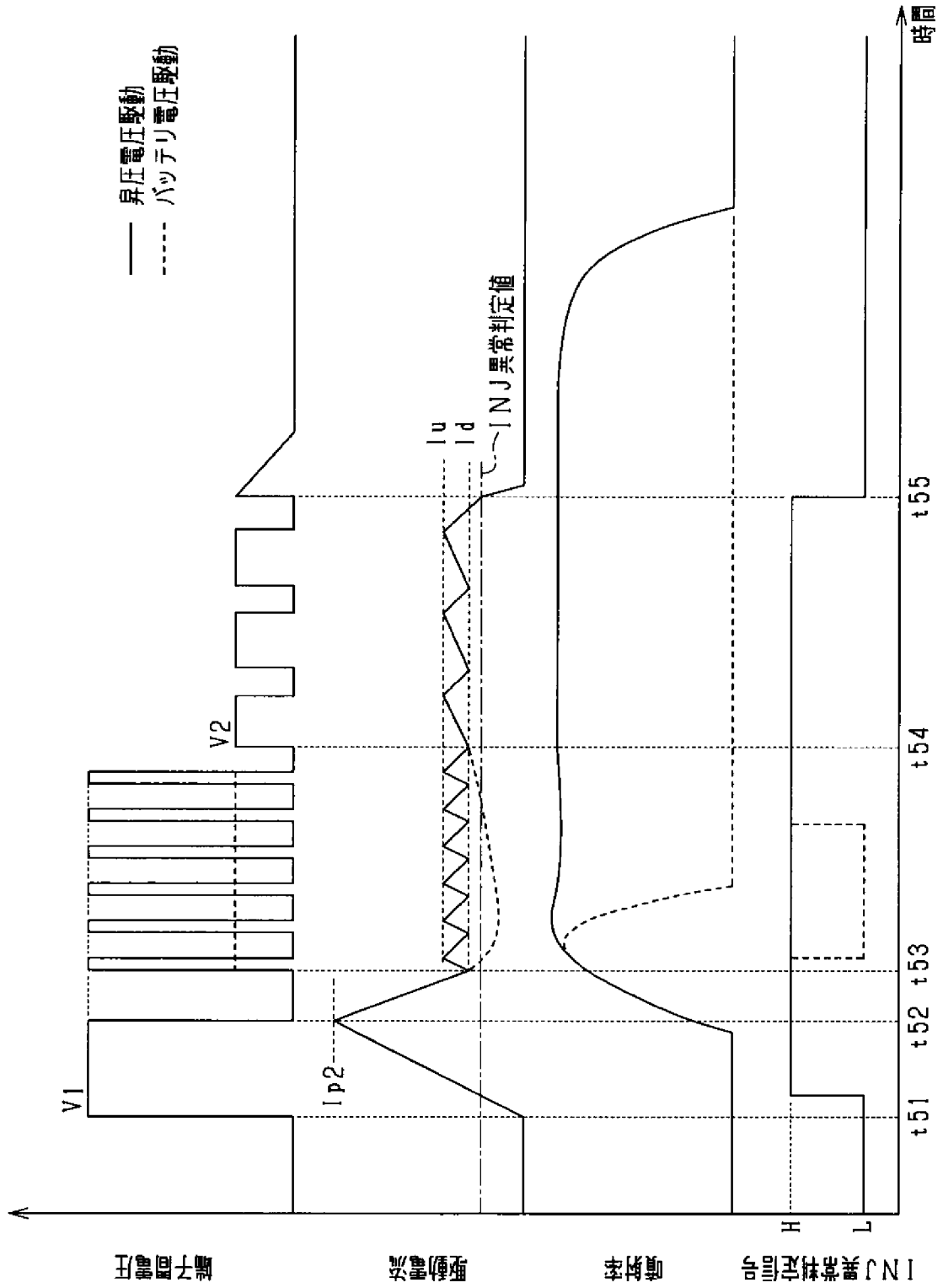
[図14]



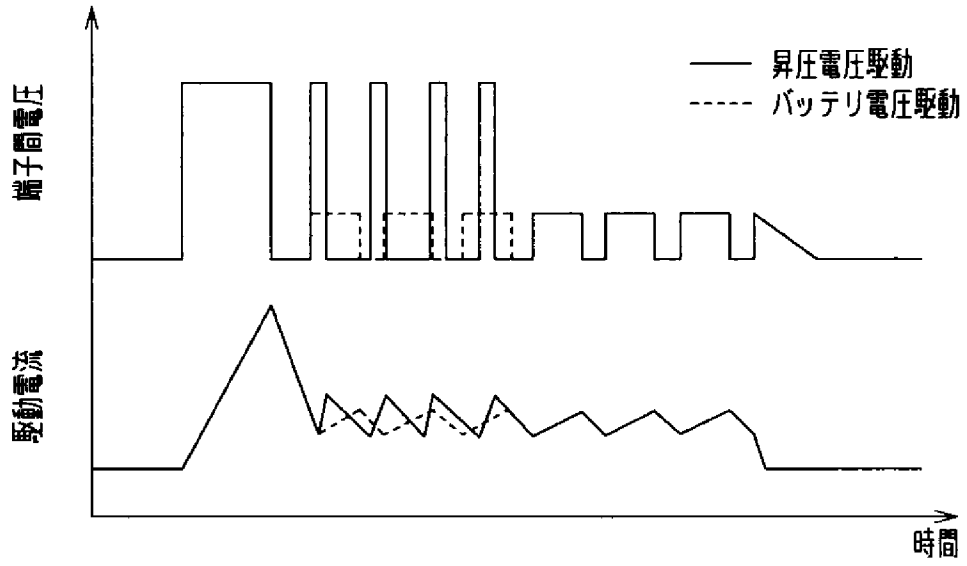
[図15]



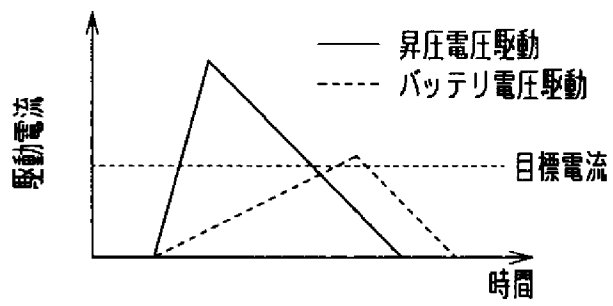
[図16]



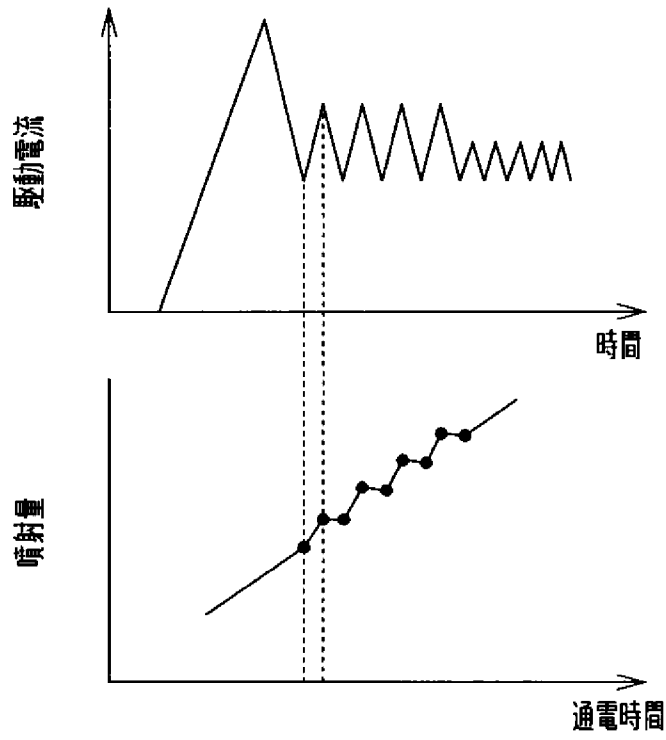
[図18]



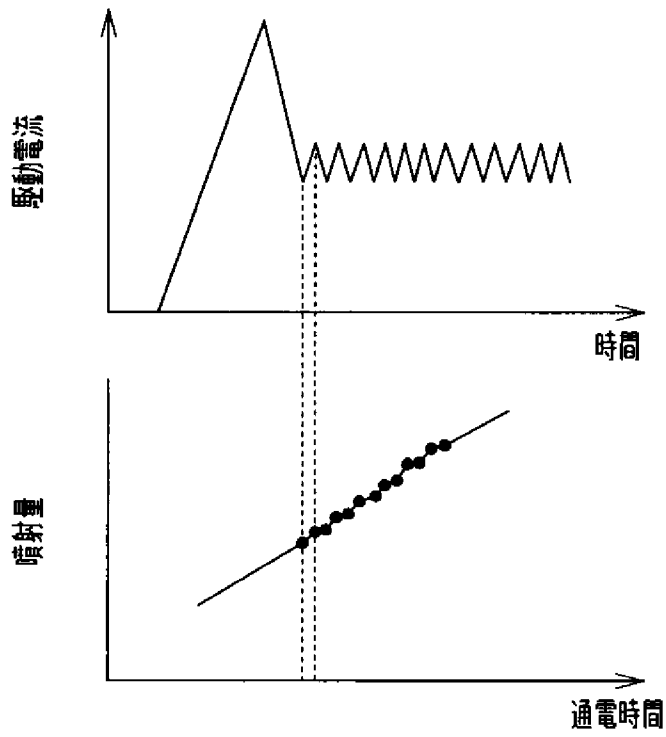
[図19]



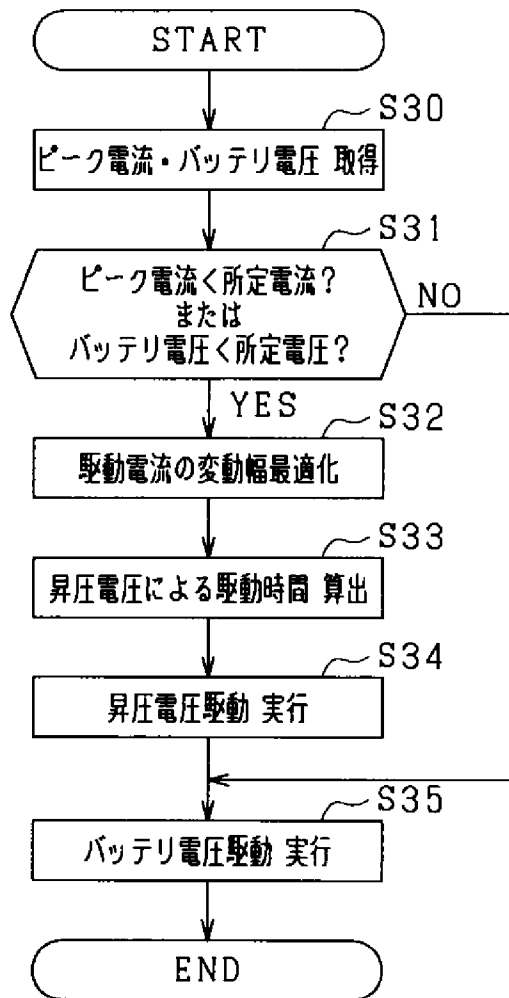
[図20]



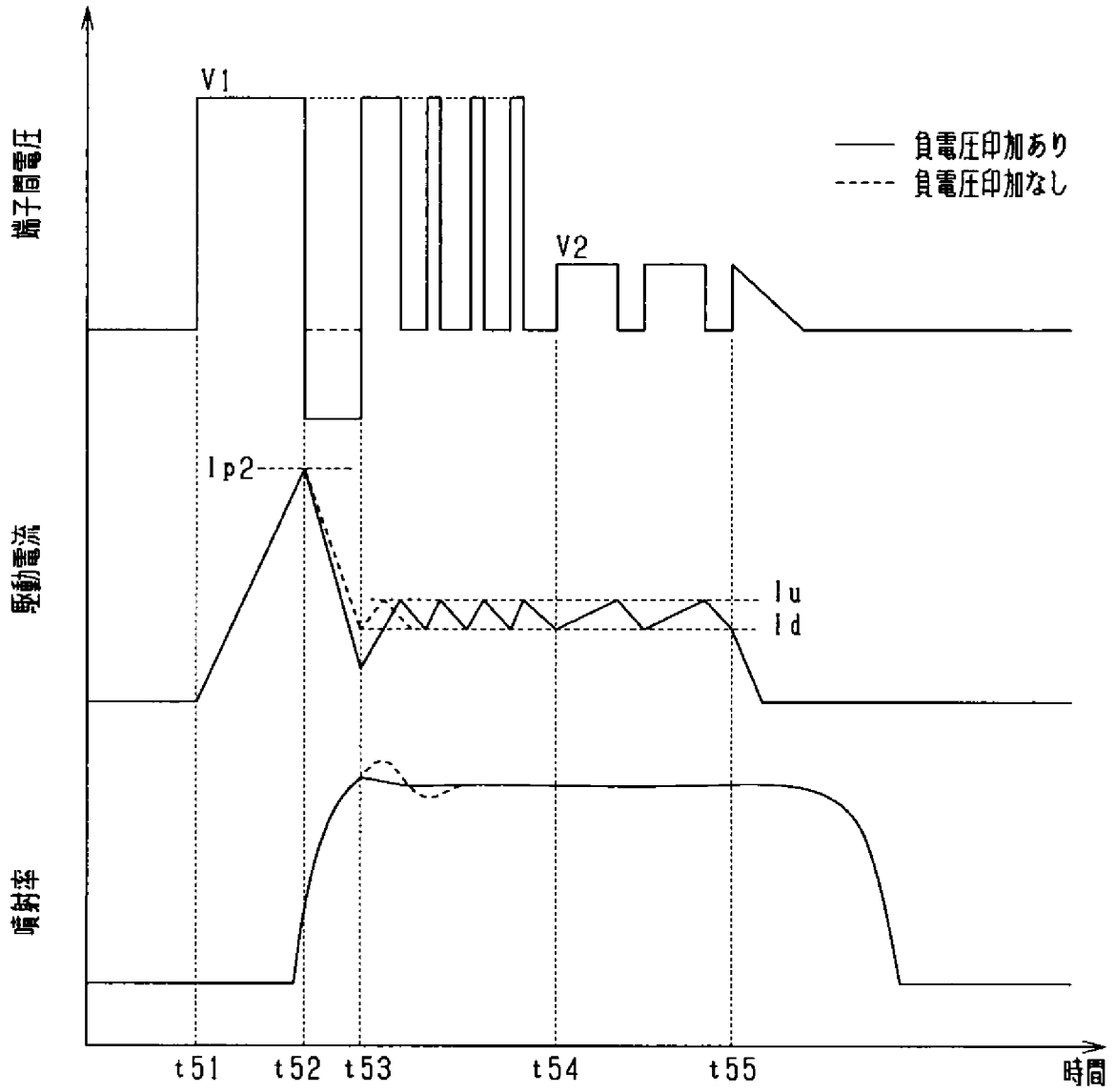
[図21]



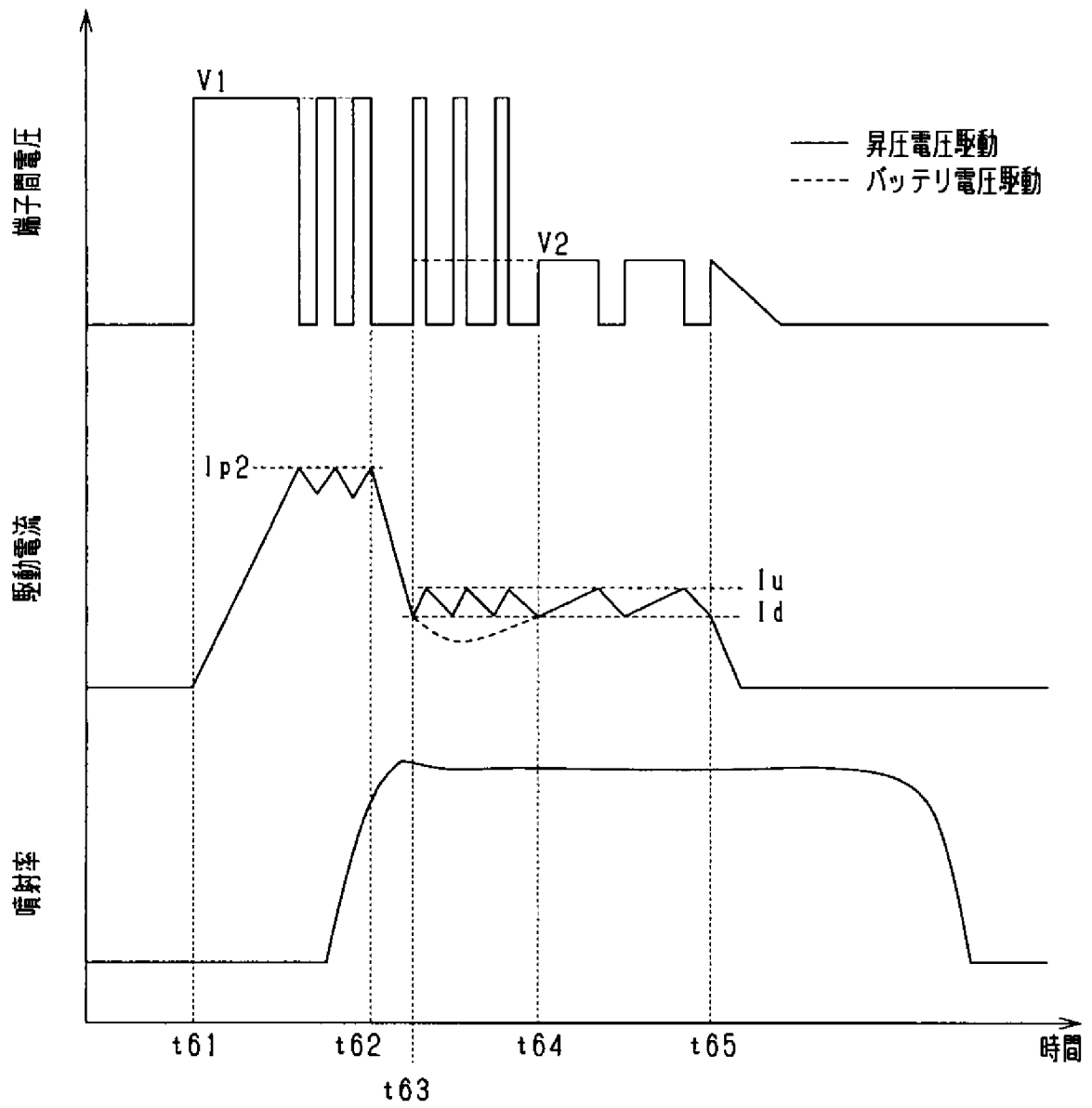
[図22]



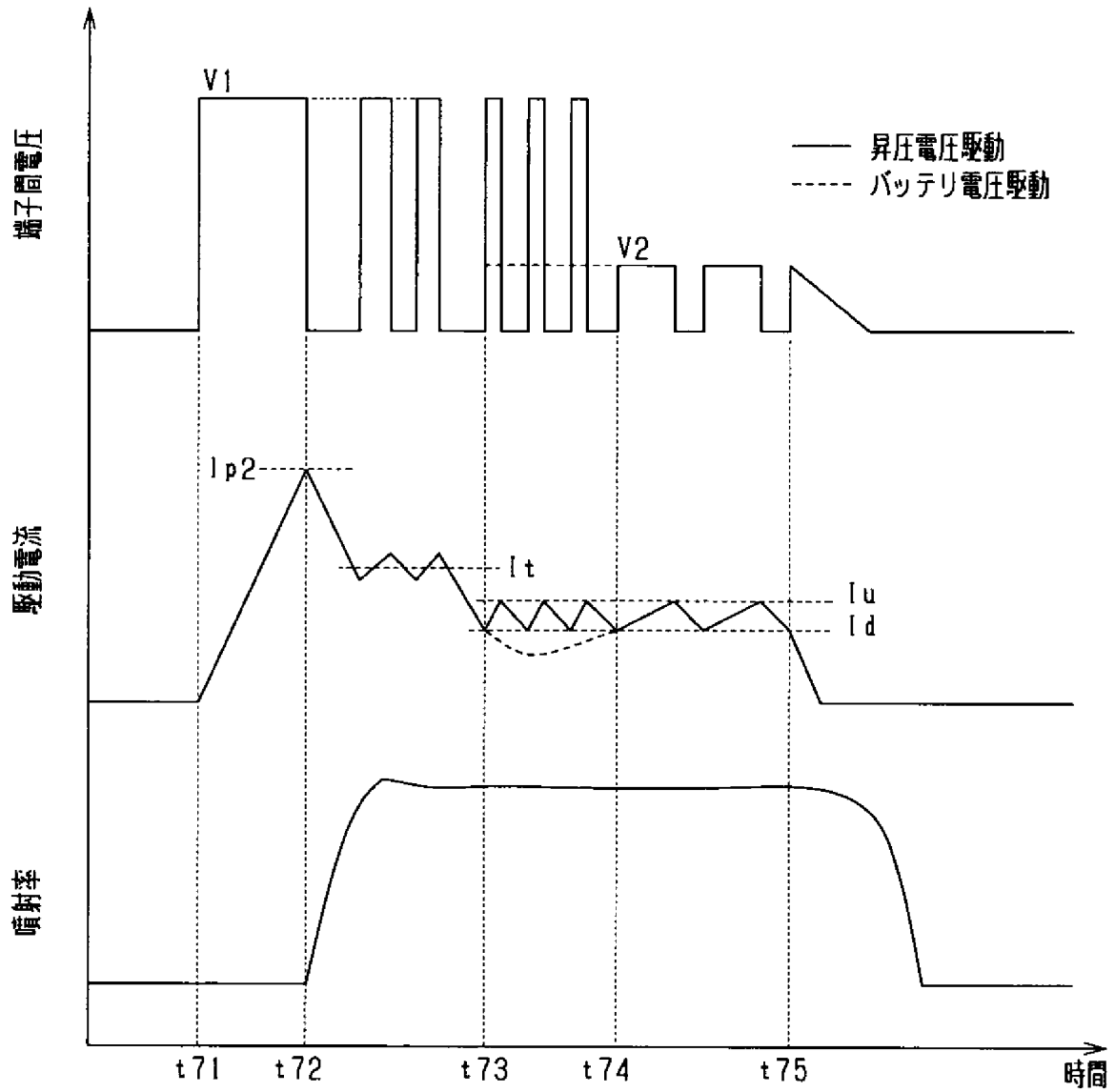
[図23]



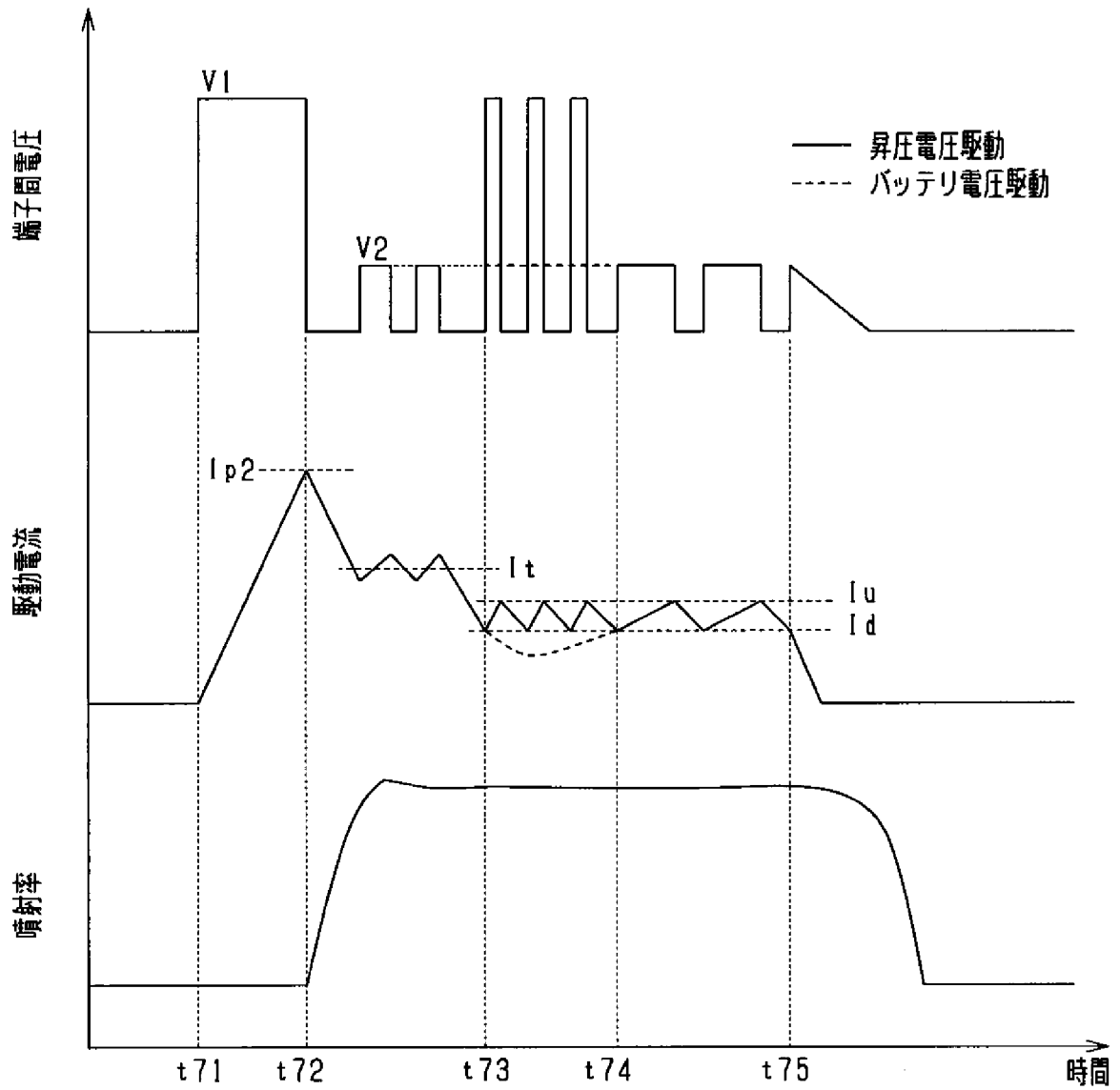
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/039517

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. F02M51/00 (2006.01) i, F02D41/04 (2006.01) i, F02M51/06 (2006.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																	
<p>B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. F02M51/00, F02D41/04, F02M51/06</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table border="0"> <tr> <td>Published examined utility model applications of Japan</td> <td align="right">1922-1996</td> </tr> <tr> <td>Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td align="right">1971-2019</td> </tr> <tr> <td>Registered utility model specifications of Japan</td> <td align="right">1996-2019</td> </tr> <tr> <td>Published registered utility model applications of Japan</td> <td align="right">1994-2019</td> </tr> </table> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019	Registered utility model specifications of Japan	1996-2019	Published registered utility model applications of Japan	1994-2019							
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996																
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019																
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019																
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019																
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th align="center">Category*</th> <th align="center">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th align="center">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">X A</td> <td>JP 2008-291843 A (ROBERT BOSCH GMBH) 04 December 2008, paragraphs [0019]-[0041], fig. 1-4 & US 2008/0319584 A1, paragraphs [0027]-[0052], fig. 1-4 & DE 102007023898 A1 & CN 101311515 A</td> <td align="center">1-2, 4, 9 3, 5-8</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 2012-52419 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 15 March 2012, paragraphs [0041]-[0070], fig. 4-9 & US 2013/0139791 A1, paragraphs [0057]-[0087], fig. 4-9 & WO 2012/029507 A1 & EP 2613044 A1 & CN 103069138 A</td> <td align="center">1-9</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 2017-133454 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 03 August 2017, paragraphs [0012]-[0030], fig. 1-2 (Family: none)</td> <td align="center">1-9</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>US 2012/0180762 A1 (CASASSO, Paolo) 19 July 2012, paragraphs [0024]-[0044], fig. 1-8 & GB 2487218 A</td> <td align="center">1-9</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X A	JP 2008-291843 A (ROBERT BOSCH GMBH) 04 December 2008, paragraphs [0019]-[0041], fig. 1-4 & US 2008/0319584 A1, paragraphs [0027]-[0052], fig. 1-4 & DE 102007023898 A1 & CN 101311515 A	1-2, 4, 9 3, 5-8	A	JP 2012-52419 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 15 March 2012, paragraphs [0041]-[0070], fig. 4-9 & US 2013/0139791 A1, paragraphs [0057]-[0087], fig. 4-9 & WO 2012/029507 A1 & EP 2613044 A1 & CN 103069138 A	1-9	A	JP 2017-133454 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 03 August 2017, paragraphs [0012]-[0030], fig. 1-2 (Family: none)	1-9	A	US 2012/0180762 A1 (CASASSO, Paolo) 19 July 2012, paragraphs [0024]-[0044], fig. 1-8 & GB 2487218 A	1-9
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
X A	JP 2008-291843 A (ROBERT BOSCH GMBH) 04 December 2008, paragraphs [0019]-[0041], fig. 1-4 & US 2008/0319584 A1, paragraphs [0027]-[0052], fig. 1-4 & DE 102007023898 A1 & CN 101311515 A	1-2, 4, 9 3, 5-8															
A	JP 2012-52419 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 15 March 2012, paragraphs [0041]-[0070], fig. 4-9 & US 2013/0139791 A1, paragraphs [0057]-[0087], fig. 4-9 & WO 2012/029507 A1 & EP 2613044 A1 & CN 103069138 A	1-9															
A	JP 2017-133454 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 03 August 2017, paragraphs [0012]-[0030], fig. 1-2 (Family: none)	1-9															
A	US 2012/0180762 A1 (CASASSO, Paolo) 19 July 2012, paragraphs [0024]-[0044], fig. 1-8 & GB 2487218 A	1-9															
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>																	
<table border="0"> <tr> <td>* Special categories of cited documents:</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents:	"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	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	"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)	"&" document member of the same patent family	"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				
* Special categories of cited documents:	"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																
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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																
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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																
"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)	"&" document member of the same patent family																
"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																	
Date of the actual completion of the international search 07 January 2019 (07.01.2019)		Date of mailing of the international search report 15 January 2019 (15.01.2019)															
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. F02M51/00(2006.01)i, F02D41/04(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. F02M51/00, F02D41/04, 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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	JP 2008-291843 A (ロベルト・ボッシュ・ゲゼルシャフト・ミット・ ベシュレンクテル・ハフツング) 2008.12.04, 段落[0019]-[0041], 図1-4 & US 2008/0319584 A1, 段落[0027]-[0052], 図1-4 & DE 102007023898 A1 & CN 101311515 A	1-2, 4, 9 3, 5-8

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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 07.01.2019	国際調査報告の発送日 15.01.2019
--------------------------	--------------------------

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） 櫻田 正紀 電話番号 03-3581-1101 内線 3355	3G	2917
------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	----	------

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
A	JP 2012-52419 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2012.03.15, 段落[0041]-[0070], 図 4-9 & US 2013/0139791 A1, 段落[0057]-[0087], 図 4-9 & WO 2012/029507 A1 & EP 2613044 A1 & CN 103069138 A	1-9
A	JP 2017-133454 A (本田技研工業株式会社) 2017.08.03, 段落[0012]-[0030], 図 1-2 (ファミリーなし)	1-9
A	US 2012/0180762 A1 (CASASSO Paolo) 2012.07.19, 段落[0024]-[0044], 図 1-8 & GB 2487218 A	1-9