

(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  
2015年10月15日(15.10.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/156296 A1

(51) 国際特許分類:  
*F02P 15/08* (2006.01)      *F02P 9/00* (2006.01)  
*F02P 3/045* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/060891

(22) 国際出願日: 2015年4月7日(07.04.2015)

(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 2014-080669 2014年4月10日(10.04.2014) JP  
特願 2014-080679 2014年4月10日(10.04.2014) 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: 林 真人(HAYASHI, Naoto); 〒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). 鳥山 信(TORIYAMA, Makoto); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 土井 香(DOI, Kaori); 〒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). 寺田 金千代(TERADA, Kanechiyo); 〒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). 京田 賢太(KYOUUDA, Kenta); 〒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). 中山 覚(NAKAYAMA, Satoru); 〒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: 菊地 保宏(KIKUCHI, Yasuhiro); 〒1600003 東京都新宿区本塩町18番地4 M Y K四ツ谷 2階 よつや国際特許事務所 Tokyo (JP).

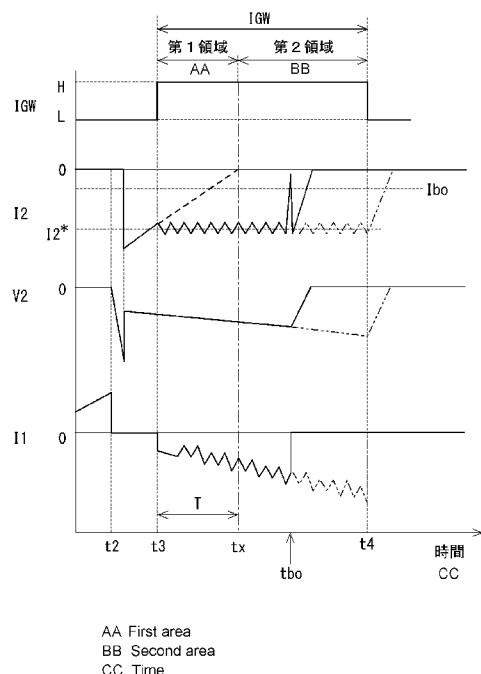
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: IGNITION SYSTEM

(54) 発明の名称: 点火装置



(57) Abstract: An ignition system injects energy during a prescribed energy injection period after a primary current is blocked by an ignition switch and a secondary current causes a spark plug to discharge. The ignition system is provided with a blow-out detector for detecting that the discharge has been blown out during the energy injection period (IGW) after the start of discharge by the spark plug. When the secondary current (I2) is below a blow-out detection current threshold value (Ibo) at a time (tbo) in a "second area" during which another discharge is not possible after the blow-out, the blow-out detector determines that a blow-out has occurred, and the ignition system stops the injection of energy from an energy injector to an ignition coil. Wasted energy injection is avoided, whereby wasted power consumption and spark plug electrode use can be minimized.

(57) 要約: 点火装置は、点火スイッチにより一次電流を遮断し、二次電流による点火プラグの放電を発生させた後の所定のエネルギー投入期間において、エネルギーを投入する。また、点火装置は、点火プラグによる放電開始後のエネルギー投入期間 I GW に放電の吹き消えが発生したことを検出する吹き消え検出部を備えている。吹き消え後の再放電を実施不能な「第2領域」の時刻  $t_{bo}$ において二次電流  $I_2$  が吹き消え検出電流閾値  $I_{bo}$  を下回ったとき、吹き消え検出部は、吹き消えが発生したと判定し、点火装置は、エネルギー投入部から点火コイルへのエネルギー投入を停止する。無駄なエネルギー投入を回避することで、無駄な電力消費や点火プラグ電極の消耗を抑制することができる。



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)）

## 明細書

### 発明の名称：点火装置

#### 技術分野

[0001] 本発明は、点火プラグの動作を制御する点火装置に関する。

#### 背景技術

[0002] 従来、点火プラグの電極間に放電を発生させ、混合気に着火させる内燃機関の点火装置が知られている。また、近年、燃費向上を図る希薄燃焼の内燃機関において、燃焼室内に強い気流を生じさせることにより燃焼性を向上させる技術が開発されている。このような内燃機関では、気流によって放電が引き伸ばされ、混合気への着火性が向上する。しかし気流が強いと、放電の吹き消えが発生し、その直後に再放電が生じる。そして、再放電の後、再度気流によって放電が吹き消えるといった現象が繰り返されるため、点火プラグの電極が消耗するという問題がある。

そこで、例えば特許文献1に開示された点火装置は、吹き消え発生後の再放電を禁止することで放電繰り返し現象の発生を回避し、点火プラグ電極の消耗を抑制している。

#### 先行技術文献

##### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-100811号公報

#### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1の従来技術では、吹き消えがどの時点で発生した場合にも必ず再放電を禁止するため、例えば吹き消え発生前に着火していない場合には、そのまま失火に至るおそれがある。

[0005] また、特許文献1の従来技術によっては、吹き消えの発生自体を抑制することはできない。また、吹き消えの発生には、内燃機関の運転状態や燃焼室の気流の強さだけでなく、内燃機関の機差や気筒間のばらつき、経年変化等

による燃焼状況が関わっており、吹き消えの発生状況は一定ではない。このため、吹き消えの発生状況に合わせて、余分なエネルギーを消費せずに吹き消えを抑制することが重要である。

[0006] 本発明は、上述の問題点に鑑みてなされたものである。本発明の第1目的は、吹き消えが発生した時期に応じて再放電の可否を適切に判別する点火装置を提供することである。また、本発明の第2目的は、吹き消えの発生状況に応じて、無駄のない消費エネルギーで再放電後の吹き消えを抑制可能な点火装置を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、内燃機関の燃焼室において混合気に点火する点火プラグの動作を制御する第1点火装置を提供する。この第1点火装置は、点火コイル、点火スイッチ、エネルギー投入手段、及び吹き消え検出手段を備える。

点火コイルは、直流電源から供給される一次電流が流れる一次コイル、及び、点火プラグの電極に接続され、一次電流の通電及び遮断、より詳しくは、通電に続く遮断による二次電圧が発生し二次電流が流れる二次コイルを有する。

点火スイッチは、一次コイルの直流電源と反対側である接地側に接続され、点火信号に従って一次電流の通電と遮断とを切り替える。

[0008] エネルギ投入手段は、点火スイッチにより一次電流を遮断し、遮断による二次電圧で点火プラグの放電を発生させた後の所定のエネルギー投入期間（1GW）において、エネルギーを投入可能である。好ましくは、エネルギー投入手段は、一次コイルの接地側から二次電流と同じ極性で重畳的にエネルギーを投入可能である。

吹き消え検出手段は、点火プラグによる放電開始後、放電の「吹き消え」が発生したことを検出する。ここで、「検出」とは、直接的な検出に限らず、吹き消えに関連する情報に基づく間接的な推定を含む。

[0009] そして、本発明の第1点火装置は、エネルギー投入期間の開始から点火プラグの吹き消え後の再放電が可能な時間領域である「第1領域」を経過した後

の「第2領域」において、吹き消え検出手段によって吹き消えの発生が検出されたとき、エネルギー投入手段によるエネルギー投入を停止することを特徴とする。

[0010] つまり、本発明の第1点火装置では、エネルギー投入期間を、開始時から所定の切替時までの「第1領域」と、切替時から終了時までの「第2領域」とに分けて扱う。第1領域では、点火コイルの誘導性エネルギーが比較的多く残存しているため、点火プラグの吹き消え後の再放電が可能である。一方、第2領域では、点火コイルの誘導性エネルギーがほとんど消費されており、一次コイルからエネルギーを投入しても二次電圧が低いため放電にいたらず吹き消え後の再放電をすることができない。

そこで、第2領域において吹き消えの発生が検出されたとき、エネルギー投入手段によるエネルギー投入を停止し無駄なエネルギー投入を回避することで、無駄な電力消費や点火プラグ電極の消耗を抑制することができる。

[0011] また好ましくは、第1領域において吹き消えの発生が検出されたとき、エネルギー投入手段によるエネルギー投入を継続する。

これにより、吹き消え後の再放電が可能な期間には、積極的に再放電を行うことで混合気へのエネルギー供給を継続する。すなわち、第1領域で吹き消えが発生した場合は、点火プラグ電極の消耗抑制よりも着火性の確保を優先する。

このように、吹き消えの発生時期に応じて再放電の可否を適切に判別し、着火性の確保と点火プラグ電極の消耗の抑制とを両立することができる。

[0012] さらに、本発明の第1点火装置は、エネルギー投入期間に二次電流を検出する二次電流検出手段を備え、吹き消え検出手段は、二次電流の絶対値が所定の吹き消え検出電流閾値を下回ったとき、吹き消えが発生したと判定することが好ましい。吹き消えが発生すると二次電流の絶対値が急激に低下することから、二次電流の絶対値を監視することで、吹き消えの発生を適切に検出することができる。

また、二次電流検出手段を備えることで、検出電流に基づくフィードバッ

ク制御により二次電流の制御性を向上させることができる。

[0013] また、本発明は、内燃機関の燃焼室において混合気に点火する点火プラグの動作を制御する第2点火装置を提供する。この第2点火装置は、点火コイル、点火スイッチ、エネルギー投入手段、及び吹き消え検出手段を備える。

点火コイルは、直流電源から供給される一次電流が流れる一次コイル、及び、点火プラグの電極に接続され、一次電流の通電および遮断によって発生する二次電圧が印加され放電による二次電流が流れる二次コイルを有する。

点火スイッチは、一次コイルの直流電源と反対側である接地側に接続され、点火信号に従って一次電流の導通と遮断とを切り替える。

[0014] エネルギ投入手段は、点火スイッチにより一次電流を遮断し、当該遮断による電圧で点火プラグの放電を発生させた後の所定のエネルギー投入期間において、エネルギーを投入可能である。

投入エネルギー制御手段は、エネルギー投入手段から投入されるエネルギー投入量を制御値に基づいて制御する。

吹き消え検出手段は、点火プラグによる放電開始後、放電状態が途切れる所謂「吹き消え」が発生したことを検出する。

そして、投入エネルギー制御手段は、エネルギー投入期間において所定回数の吹き消えが検出された場合に、エネルギー投入量を増加させることを特徴とする。

[0015] 本発明の第2点火装置によれば、吹き消えの発生状況に合わせてその都度エネルギー投入量を増加するため、無駄のない消費エネルギーで再放電後の吹き消えを抑制することができる。

### 図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の第1実施形態による点火装置が適用されるエンジンシステムの概略構成図。

[図2]本発明の第1実施形態による点火装置の構成図。

[図3]図2の点火装置の基本動作を説明するタイムチャート。

[図4]第1領域で吹き消えが発生した場合の動作を説明するタイムチャート。

- [図5]第2領域で吹き消えが発生した場合の動作を説明するタイムチャート。
- [図6] (a) エンジン負荷と第1領域の期間との関係を示すマップ。 (b) エンジン回転数と第1領域の期間との関係を示すマップ。
- [図7]本発明の第2実施形態による点火装置を示す構成図である。
- [図8]図7の点火装置の基本動作を説明するタイムチャートである。
- [図9]吹き消え検出処理を説明するフローチャートである。
- [図10]目標二次電流とエネルギー投入量との関係を示すグラフである。
- [図11]吹き消えが発生した場合の動作を説明するタイムチャートである。

## 発明を実施するための形態

- [0017] 以下、本発明の実施形態を図面を参照しつつ説明する。
- (第1実施形態)
- 本発明の第1実施形態による点火装置は、車両等に搭載されるエンジンシステムに適用される。以下の説明では、特許請求の範囲に記載の「内燃機関」を「エンジン」という。
- [0018] まず、エンジンシステムの概略構成について図1を参照して説明する。図1に示すように、エンジンシステム10は火花点火式のエンジン13を備えている。エンジン13は、例えば4気筒等の多気筒エンジンであり、図1では1気筒の断面のみを図示する。以下に説明する構成は、図示しない他の気筒にも同様に設けられている。
- なお、図1のエンジンシステム10は、EGR(排気還流)システムを有していないものとする。或いは、EGRシステムを有している場合でも、本実施形態の点火装置の特徴とは関連性が低いため、図示を省略する。さらに、排気通路に設けられる触媒の図示も省略する。
- [0019] エンジン13は、スロットル弁14を通じて吸気マニホールド15から供給される空気とインジェクタ16から噴射される燃料との混合気を燃焼室17内で燃焼させ、その燃焼時の爆発力によりピストン18を往復運動させる。このピストン18の往復運動は、クランクシャフト19により回転運動に変換されて出力される。燃焼ガスは、排気マニホールド20等を通じて大気

中に放出される。

[0020] 燃焼室17の入口であるシリンダヘッド21の吸気ポートには吸気弁22が設けられ、また燃焼室17の出口であるシリンダヘッド21の排気ポートには排気弁23が設けられている。吸気弁22及び排気弁23は、バルブ駆動機構24により開閉駆動される。吸気弁22のバルブタイミングは、可変バルブ機構25により調整される。

[0021] 燃焼室17の混合気の点火は、点火装置30によって点火プラグ7の電極間に放電を発生させることにより行われる。点火装置30は、電子制御ユニット32の指令に基づき点火回路ユニット31を動作させて点火コイル40から点火プラグ7に高電圧を印加することにより、燃焼室17で火花放電を発生させる。

点火プラグ7は、エンジン13の燃焼室17で所定のギャップを隔てて対向する一対の電極（図2参照）を有し、上記ギャップで絶縁破壊が生じるだけの高電圧が一対の電極間に印加されると放電を発生させる。以下の説明において、「高電圧」とは、点火プラグ7の一対の電極間で放電が発生し得るほどの電圧をいう。

[0022] 電子制御ユニット32は、CPU、ROM、RAM及び入出力ポート等からなるマイクロコンピュータによって構成されており、図中、「ECU」と表す。

破線矢印で示すように、電子制御ユニット32は、クランク角センサ35、カム位置センサ36、水温センサ37、スロットル開度センサ38、及び吸気圧センサ39等の各種センサからの検出信号が入力される。電子制御ユニット32は、これらの各種センサからの検出信号に基づき、実線矢印で示すように、スロットル弁14、インジェクタ16、及び点火回路ユニット31等を駆動してエンジン13の運転状態を制御する。

[0023] 次に、本実施形態による点火装置30の構成について図2を参照して説明する。

図2に示すように、点火装置30は、点火コイル40、点火回路ユニット

31、及び、電子制御ユニット32を含む。

[0024] 点火コイル40は、一次コイル41と二次コイル42と整流素子43とを有し、公知の昇圧トランスを構成している。

一次コイル41は、一端が、一定の直流電圧を供給可能な「直流電源」としてのバッテリ6の正極に接続されており、他端が点火スイッチ45を介して接地されている。以下、一次コイル41のバッテリ6と反対側を「接地側」という。 二次コイル42は、一次コイル41と磁気的に結合されており、一端が点火プラグ7の一対の電極を介して接地されており、他端が整流素子43及び二次電流検出抵抗47を介して接地されている。

[0025] 一次コイル41に流れる電流を一次電流I1といい、一次電流I1の通電及び遮断によって発生し、二次コイル42に流れる電流を二次電流I2という。図中に矢印で示すように、一次電流I1は、一次コイル41から点火スイッチ45に向かう方向の電流を正とし、二次電流I2は、二次コイル42から点火プラグ7に向かう方向の電流を正とする。また、二次コイル42の点火プラグ7側の電圧を二次電圧V2という。

整流素子43は、ダイオードで構成されており、二次電流I2を整流する。

点火コイル40は、一次コイル41を流れる電流の変化に応じて電磁誘導の相互誘導作用により二次コイル42に高電圧を発生させ、この高電圧を点火プラグ7に印加する。本実施形態では、1つの点火プラグ7に対し1つの点火コイル40が設けられている。

[0026] 点火回路ユニット31は、点火スイッチ（イグナイタ）45、エネルギー投入部50、二次電流検出抵抗47、二次電流検出回路48を有している。また、点火回路ユニット31は、本発明の特徴的構成である吹き消え検出部49を有している。

[0027] 点火スイッチ45は、例えばIGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）で構成されており、コレクタが点火コイル40の一次コイル41の接地側に接続され、エミッタが接地され、ゲートが電子制御ユニット32に接続

されている。エミッタは、整流素子46を介してコレクタに接続されている。

点火スイッチ45は、ゲートに入力される点火信号IGTに応じてオンオフ動作する。詳しくは、点火スイッチ45は、点火信号IGTの立ち上がり時にオンとなり、点火信号IGTの立ち下がり時にオフとなる。一次コイル41における一次電流I1は、点火スイッチ45により点火信号IGTに従って通電及び遮断が切り替えられる。

[0028] 「エネルギー投入手段」としてのエネルギー投入部50は、エネルギー蓄積コイル52、充電スイッチ53、充電スイッチ用ドライバ回路54、及び整流素子55から構成されるDCDCコンバータ51、並びに、コンデンサ56、放電スイッチ57、放電スイッチ用ドライバ回路58及び整流素子60を有しており、エネルギーを一次コイル41の接地側に継続的に投入する。

[0029] DCDCコンバータ51は、バッテリ6の電圧を昇圧し、コンデンサ56に供給する。

エネルギー蓄積コイル52は、一端がバッテリ6に接続され、他端が充電スイッチ53を介して接地されている。充電スイッチ53は、例えばMOSFET（金属酸化物半導体電界効果トランジスタ）で構成されており、ドレインがエネルギー蓄積コイル52に接続され、ソースが接地され、ゲートが充電スイッチ用ドライバ回路54に接続されている。充電スイッチ用ドライバ回路54は、充電スイッチ53をオンオフ駆動可能である。

整流素子55は、ダイオードで構成されており、コンデンサ56からエネルギー蓄積コイル52及び充電スイッチ53側への電流の逆流を防止する。

[0030] 充電スイッチ53がオンしたとき、エネルギー蓄積コイル52に誘起電流が流れ、電気エネルギーが蓄積される。また、充電スイッチ53がオフしたとき、エネルギー蓄積コイル52に蓄積された電気エネルギーがバッテリ6の直流電圧に重畠してコンデンサ56側へ放出される。充電スイッチ53がオンオフ動作を繰り返すことで、エネルギー蓄積コイル52にてエネルギーの蓄積と放出が繰り返され、バッテリ電圧が昇圧される。

コンデンサ56は、一方の電極が整流素子55を介してエネルギー蓄積コイル52の接地側に接続され、他方の電極が接地されている。コンデンサ56は、DCDCコンバータ51によって昇圧された電圧を蓄電する。

- [0031] 放電スイッチ57は、例えばMOSFETで構成されており、ドレインがコンデンサ56に接続され、ソースが一次コイル41の接地側に接続され、ゲートが放電スイッチ用ドライバ回路58に接続されている。放電スイッチ用ドライバ回路58は、放電スイッチ57をオンオフ駆動可能である。
- 整流素子60は、ダイオードで構成されており、点火コイル40からコンデンサ56への電流の逆流を防止している。

なお、図2では1気筒に対する構成のみを示しているが、現実には、放電スイッチ57以降の構成は気筒数分が並列して設けられており、放電スイッチ57の手前で電流経路が気筒毎に分岐され、コンデンサ56に蓄積されたエネルギーが各経路に分配される。

- [0032] 二次電流検出回路48は、燃焼室17に設けられる二次電流検出抵抗47の両端電圧に基づいて二次電流I2を検出する。そして、二次電流I2を目標値（以下「目標二次電流I2\*」という。）に一致させようとするフィードバック制御により、放電スイッチ57のオンデューティ比を演算し、放電スイッチ用ドライバ回路58に指令する。
- [0033] 「吹き消え検出手段」としての吹き消え検出部49は、点火プラグ7による放電の開始後、燃焼室17内に発生する気流等によって放電の吹き消えが発生したことを検出する。特に本実施形態では、吹き消え検出部49は、二次電流検出回路48が検出した二次電流I2の値に基づいて吹き消えの発生を検出する。吹き消えの発生を検出した場合の動作については後述する。
- 以上が点火回路ユニット31の構成である。
- [0034] 次に、電子制御ユニット32は、クランク角センサ35等の各種センサから取得したエンジン13の運転情報に基づいて、点火信号IGT及びエネルギー投入期間信号IGWを生成し、点火回路ユニット31に出力する。
- 点火信号IGTは、点火スイッチ45のゲート、及び、充電スイッチ用ド

ライバ回路54に入力される。点火スイッチ45は、点火信号IGTが入力されている期間、オンとなる。充電スイッチ用ドライバ回路54は、点火信号IGTが入力されている期間、充電スイッチ53のゲートに対し、充電スイッチ53をオンオフ制御する充電スイッチ信号SWcを繰り返し出力する。

[0035] エネルギ投入期間信号IGWは、放電スイッチ用ドライバ回路58に入力される。放電スイッチ用ドライバ回路58は、エネルギー投入期間信号IGWが入力されている期間、放電スイッチ57のゲートに対し、放電スイッチ57をオンオフ制御する放電スイッチ信号SWdを繰り返し出力する。

また、放電スイッチ用ドライバ回路58には、目標二次電流I2\*を指示するための目標二次電流信号IGAが入力される。

[0036] 次に、本実施形態による点火装置30の作動について、図3のタイムチャートを参照して説明する。図3のタイムチャートは、共通の時間軸を横軸とし、縦軸に上から順に、点火信号IGT、エネルギー投入期間信号IGW、コンデンサ電圧Vdc、一次電流I1、二次電流I2、投入エネルギーP、充電スイッチ信号SWc、放電スイッチ信号SWdの時間変化を示している。

ここで、「コンデンサ電圧Vdc」はコンデンサ56に蓄電された電圧を意味する。また、「投入エネルギーP」は、コンデンサ56から放出され、一次コイル41の低電圧側端子側から点火コイル40に供給されるエネルギーを意味し、1回の点火タイミング中における供給開始（最初の放電スイッチ信号SWdの立ち上がり）からの積算値を示す。

[0037] 図3中、「一次電流I1」と「二次電流I2」は、図2に示す矢印方向の電流を正の値とし、矢印と反対方向の電流を負の値とする。以下の説明において、負の電流の大小に言及する場合、「電流の絶対値」を基準として大小を表す。すなわち、負領域において、電流値が0[A]から離れ絶対値が大きくなるほど「電流が増加又は上昇する」といい、0[A]に近づき絶対値が小さくなるほど「電流が減少又は低下する」という。さらに、後述する図4、図5における二次電流I2と負の閾値との比較において、「二次電流

$I_2$  が閾値を下回る」とは、「二次電流  $I_2$  の絶対値が閾値を下回る」ことを意味する。

[0038] また、エネルギー投入期間信号  $I_{GW}$  が出力されている時刻  $t_3 - t_4$  の期間を、同じ記号を用いて「エネルギー投入期間  $I_{GW}$ 」といい、エネルギー投入期間  $I_{GW}$  における二次電流  $I_2$  の制御目標値を、「目標二次電流  $I_{2*}$ 」とする。目標二次電流  $I_{2*}$  は、点火放電を良好に維持可能な程度の電流に設定される。

二次電流  $I_2$  は、目標二次電流  $I_{2*}$  を中間値とする制御範囲内で増加と減少とを繰り返す波状の波形となる。図 3 では、制御範囲の中間値を目標二次電流  $I_{2*}$  として図示するが、制御範囲の最大値又は最小値を制御目標値としてもよい。

[0039] 時刻  $t_1$  にて点火信号  $I_{GT}$  が H (ハイ) レベルに立ち上がると、点火スイッチ 4 5 がオンされる。このとき、エネルギー投入期間信号  $I_{GW}$  は L (ロー) レベルであるため放電スイッチ 5 7 はオフである。これにより、一次コイル 4 1 における一次電流  $I_1$  の通電が開始する。

[0040] また、点火信号  $I_{GT}$  が H レベルに立ち上がっている間、矩形波パルス状の充電スイッチ信号  $SW_c$  が、充電スイッチ 5 3 のゲートに入力される。すると、充電スイッチ 5 3 のオン後のオフ期間に、コンデンサ電圧  $V_{dc}$  がステップ状に上昇する。

このようにして、点火信号  $I_{GT}$  が H レベルに立ち上がっている時刻  $t_1 - t_2$  間に、点火コイル 4 0 が充電されるとともに、DCDC コンバータ 5 1 の出力によってコンデンサ 5 6 にエネルギーが蓄積される。このエネルギーの蓄積は、時刻  $t_2$  までに終了する。

このとき、コンデンサ電圧  $V_{dc}$ 、すなわちコンデンサ 5 6 のエネルギー蓄積量は、充電スイッチ信号  $SW_c$  のオンデューティ比及びオンオフ回数によって制御可能である。

[0041] その後、時刻  $t_2$  にて点火信号  $I_{GT}$  が L レベルに立ち下げられ点火スイッチ 4 5 がオフされると、それまで一次コイル 4 1 に通電していた一次電流

| 1 が急激に遮断される。すると、二次コイル 4 2 に高電圧が発生し、点火プラグ 7 の電極間に放電が発生することにより、二次電流（放電電流）が流れる。

時刻  $t_2$  で点火放電を発生させた後にエネルギー投入を行わない場合、二次電流  $I_2$  は、破線で示すように、時間経過とともに 0 [A] に近づき、放電を維持できない程度まで減衰すると放電は終了する。このような放電による点火方式を「通常点火」という。

[0042] それに対し本実施形態では、時刻  $t_2$  の直後の時刻  $t_3$  にエネルギー投入期間信号  $I_{GW}$  が H レベルに立ち上げられ、充電スイッチ 5 3 がオフの状態で放電スイッチ 5 7 がオンされる。すると、コンデンサ 5 6 の蓄積エネルギーが放出され、一次コイル 4 1 の接地側に投入される。これにより、点火放電中に、「投入エネルギー P に起因する一次電流  $I_1$ 」が通電する。なお、投入エネルギー P は、時刻  $t_2$  までに蓄積されたコンデンサ電圧  $V_{dc}$  が高いほど大きくなる。

[0043] このとき、二次コイル 4 2 には、時刻  $t_2 - t_3$  間に通電していた二次電流  $I_2$  に対し、投入エネルギー P に起因する一次電流  $I_1$  の通電に伴う追加分が同じ極性で重畠される。この一次電流  $I_1$  の重畠は、時刻  $t_3 - t_4$  の間、放電スイッチ 5 7 がオンされる毎に行われる。

すなわち、放電スイッチ信号  $SW_d$  がオンになる毎に、コンデンサ 5 6 の蓄積エネルギーにより一次電流  $I_1$  が順次追加され、これに対応して、二次電流  $I_2$  が順次追加される。二次電流  $I_2$  が所定値になると放電スイッチ 5 7 がオフされ一次電流  $I_1$  への重畠投入が停止し、 $I_2$  が低下していく所定値になると再度放電スイッチ 5 7 がオンされる。これにより、二次電流  $I_2$  は、目標二次電流  $I_{2*}$  に一致するように維持される。

時刻  $t_4$  でエネルギー投入期間信号  $I_{GW}$  が L レベルに立ち下げられると、放電スイッチ信号  $SW_d$  のオンオフ動作が停止し、一次電流  $I_1$ 、二次電流  $I_2$  ともにゼロとなる。

[0044] このように、時刻  $t_2$  における点火放電の後、「一次コイル 4 1 の接地側

」から点火コイル40にエネルギーを投入する制御方式は、本出願人が開発したものである。以下、本明細書において、単に「エネルギー投入制御」という場合、この制御方式を意味する。

一方、周知の多重放電方式のように、一次コイル41のバッテリ6側、或いは二次コイル42の点火プラグ7と反対側から点火コイル40にエネルギーを投入する方式を包括して「従来のエネルギー投入制御」という。本出願人が開発したエネルギー投入制御では、従来の方式に比べ、低電圧側からエネルギーを投入することで最低限のエネルギーを効率良く投入しつつ、点火可能な状態を一定期間持続させることができる。

[0045] ここで、本実施形態の点火装置30は、燃焼室17内に強い気流を生じさせることにより燃焼性を向上させる希薄燃焼エンジンに適用されることを想定している。このようなエンジンでは、気流によって放電が引き伸ばされ、混合気への着火性が向上する。しかし気流が強いと、放電の吹き消えが発生するおそれがある。また、放電の吹き消え後、無駄な再放電を行うと、点火プラグ7の電極が消耗するという問題がある。

[0046] そこで、本実施形態の点火装置30は、二次電流検出回路48が検出した二次電流I2に基づいて、吹き消え検出部49が吹き消えの発生を検出する。そして、吹き消えが発生した時期に応じて、エネルギー投入を継続して再放電を発生させるか、又は、エネルギー投入を停止して再放電を禁止するかを判定することを特徴とする。

[0047] 次に、エネルギー投入期間IGWの間に放電の吹き消えが発生した場合の動作について、図4、図5を参照して説明する。図4、図5のタイムチャートの横軸における時刻t2、t3、t4は、図3で用いた記号を援用する。また、図4、図5の縦軸には、エネルギー投入期間信号IGW、二次電流I2、二次電圧V2、及び一次電流I1を示す。エネルギー投入による二次電流I2(実線)に対し、通常点火による電流を破線で示す。

ここで、図4、図5では、二次電圧V2による放電が開始されたタイミングで二次電流I2が立ち上ることを表すため、図3に対し、時刻t2と時

刻  $t_3$  との時間間隔を誇張して示している。

[0048] 図4、図5に示すように、エネルギー投入期間  $I_{GW}$  は、投入期間の開始時刻  $t_3$  から所定の切替時刻  $t_x$  までの「第1領域」、及び、切替時刻  $t_x$  から投入期間の終了時刻  $t_4$  までの「第2領域」の2つの時間領域に分けられる。

第1領域では、点火コイル40の誘導性エネルギーが比較的多く残存しているため、点火プラグ7の吹き消え後の再放電が可能である。一方、第2領域では、点火コイル40の誘導性エネルギーがほとんど消費されており、エネルギーを投入しても高電圧にいたらず吹き消え後の再放電をすることができない。

[0049] 図4に示すように、第1領域の時刻  $t_b$  において二次電流  $I_2$  が吹き消え検出電流閾値  $I_{b0}$  を下回ったとき、吹き消え検出部49は、吹き消えが発生したと判定し、放電スイッチ用ドライバ回路58の動作をそのまま維持する。したがって、エネルギー投入部50から点火コイル40へのエネルギー投入が継続される。このとき、点火コイル40の誘導性エネルギーは比較的多く残存しているため、二次電圧  $V_2$  が瞬間に立ち上がり、点火プラグ7の再放電が発生する。こうして、吹き消え後の再放電が可能な期間には、積極的に再放電を行い混合気へのエネルギー供給を継続する。

[0050] 一方、図5では、吹き消えが発生しないときの波形を二点鎖線で示し、吹き消えが発生したときの波形を実線で示している。第2領域の時刻  $t_b$  において二次電流  $I_2$  が吹き消え検出電流閾値  $I_{b0}$  を下回ったとき、吹き消え検出部49は、吹き消えが発生したと判定し、放電スイッチ用ドライバ回路58の動作を停止させる。これにより、放電スイッチ57がオンオフ動作を停止するため、エネルギー投入部50から点火コイル40へのエネルギー投入が停止される。

[0051] 第2領域では、吹き消え後の再放電を行う程の誘導性エネルギーが残っていない。仮に、このような状態で吹き消え発生後もエネルギー投入を継続すると、着火に結び付かない無駄な電力を消費することとなる。

そこで、本実施形態では、吹き消えの発生を検出した場合、エネルギー投入部50からのエネルギー投入を停止し、再放電を回避する。

なお、吹き消え検出電流閾値**I<sub>b0</sub>**は固定値としてもよく、エンジン13の運転状態等に応じて可変としてもよい。

[0052] 次に、第1領域の期間T、すなわち、エネルギー投入期間1GWの開始時刻t<sub>3</sub>から切替時刻t<sub>x</sub>までの期間Tの設定について、図6のマップを参照して説明する。

第1領域の期間Tは、図6(a)に示すように、エンジン負荷が高いほど、また、図6(b)に示すように、エンジン回転数が高いほど短く設定される。なぜならば、エンジン負荷又は回転数が高い状態ほど、再放電のために点火コイル40に残っているエネルギーがより多く必要となり、エネルギー投入開始後の再放電可能な期間が短くなるからである。

点火装置30は、電子制御ユニット32が取得したエンジンの負荷及び回転数の情報に基づいて第1領域の適正な期間Tを算出し、例えば次の燃焼サイクルから吹き消え判定の切替時刻t<sub>x</sub>を変更するようにしてもよい。

[0053] 第1実施形態では、以下の作用効果を奏する。

(1) 第1実施形態の点火装置30は、点火プラグ7による放電開始後、放電の吹き消えが発生したことを検出する吹き消え検出部49を備えており、吹き消え後の再放電を実施不能な第2領域において吹き消えの発生が検出されたとき、エネルギー投入部50によるエネルギー投入を停止する。これにより、無駄なエネルギー投入を回避することで、無駄な電力消費や点火プラグ電極の消耗を抑制することができる。

[0054] また、吹き消え後の再放電が可能な第1領域において吹き消えの発生が検出されたとき、エネルギー投入部50によるエネルギー投入を継続する。吹き消え後の再放電が可能な期間には、積極的に再放電を行い混合気へのエネルギー供給を継続することで、着火性を確保することができる。

このように、吹き消えの発生時期に応じて再放電の可否を適切に判別し、着火性の確保と点火プラグ電極の消耗の抑制とを両立することができる。

[0055] (2) 第1実施形態の点火装置30は、エネルギー投入期間IGWに二次電流I2を検出する二次電流検出回路48を備え、吹き消え検出部49は、二次電流I2の絶対値が所定の吹き消え検出電流閾値Iboを下回ったとき、吹き消えが発生したと判定する。吹き消えが発生すると二次電流I2の絶対値が急激に低下することから、二次電流I2の絶対値を監視することで、吹き消えの発生を適切に検出することができる。

また、二次電流検出抵抗47及び二次電流検出回路48を備えることで、検出電流に基づくフィードバック制御により、二次電流I2の実値を目標二次電流I2\*に精度良く一致させることができる。

[0056] (3) 第1実施形態の点火装置30は、エネルギー投入制御の方式として、DCDCコンバータ51で昇圧しコンデンサ56に蓄電した投入エネルギーを、一次コイル41の接地側から投入する方式を採用している。これにより、多重放電等のエネルギー投入方式に比べ、低電圧側からエネルギーを投入することで最低限のエネルギーを効率良く投入しつつ、点火可能な状態を一定期間持続させることができる。

また、エネルギー投入期間IGW中、二次電流I2は、常に負の値となり、交番電流を用いる他の方式のようにゼロクロスしないため、吹き消えの発生を防止することができる。

[0057] (第1実施形態の変形例)

(1) 第1実施形態のエネルギー投入部50は、本出願人が開発した「一次コイルの接地側からエネルギー投入する方式」を採用している。この他、本発明の「エネルギー投入手段」として、エネルギー投入期間の途中でエネルギー投入を停止可能な方式であれば、従来の多重放電方式や特開2012-167665号公報に開示された「DCO方式」等の方式を採用してもよい。

[0058] また、図2の構成の点火装置30によるエネルギー投入制御は、図3に示すように、点火信号IGTのHレベル中に充電スイッチ信号SWcをオンオフしてコンデンサ電圧Vdcを蓄積した後、エネルギー投入期間IGWに、一次コイル41の接地側にエネルギーを投入する方法に限らない。例えば、エネル

ギ投入期間 | G Wに、充電スイッチ信号 S W c と放電スイッチ信号 S W d を交互にオンオフ制御することで、充電スイッチ信号 S W c がオンのときエネルギー蓄積コイル 5 2 が蓄積したエネルギーを、その都度、一次コイル 4 1 の接地側に投入するようにしてもよい。その場合、コンデンサ 5 6 を備えなくてもよい。

[0059] (2) 第1実施形態の吹き消え検出部 4 9 は、二次電流検出回路 4 8 が検出した二次電流 I 2 が吹き消え検出電流閾値 I b o を下回ったとき、吹き消えが発生したと判定する。この他、本発明の「吹き消え検出手段」は、イオン電流等の他のパラメータに基づいて、吹き消えの発生を検出するようにしてもよい。

二次電流 I 2 を吹き消え検出に用いず、且つ、二次電流 I 2 をフィードバック制御しない（例えばフィードフォワード制御する）場合には、二次電流検出抵抗 4 7 及び二次電流検出回路 4 8 を備えなくてもよい。

[0060] (3) 吹き消え検出部 4 9 は、第1実施形態のように点火回路ユニット 3 1 に含まれる構成に限らず、電子制御ユニット 3 2 に含まれてもよい。また、ハードウェア、ソフトウェアのいずれで構成されてもよい。

(4) 点火回路ユニット 3 1 は、電子制御ユニット 3 2 を収容するハウジング内に収容されるか、或いは点火コイル 4 0 を収容するハウジング内に収容されてもよい。

点火スイッチ 4 5 及びエネルギー投入部 5 0 は別々のハウジング内に収容されてもよい。例えば、点火コイル 4 0 を収容するハウジング内に点火スイッチ 4 5 が収容され、電子制御ユニット 3 2 を収容するハウジング内にエネルギー投入部 5 0 が収容されてもよい。

[0061] (5) 点火スイッチは、IGBT に限らず、比較的耐圧の高い他のスイッチング素子で構成されてもよい。また、充電スイッチ及び放電スイッチは、MOSFET に限らず、他のスイッチング素子で構成されてもよい。

(6) 直流電源は、バッテリに限らず、例えば交流電源をスイッチングレギュレータ等によって安定化した直流安定化電源等で構成されてもよい。

[0062] (7) 第1実施形態では、エネルギー投入部50は、DCDCコンバータ51によって、バッテリ6の電圧を昇圧している。その他、点火装置がハイブリッド自動車や電気自動車に搭載される場合には、主機バッテリの出力電圧をそのまま、或いは降圧して、投入エネルギーとして用いてもよい。

[0063] (8) 電子制御ユニット32は、主に点火装置30を制御する部分の他に、第1実施形態の特徴とは比較的関連性の低い、エンジン13全体の運転状態を制御する部分を含む。これらは一つのユニットとして構成されてもよく、或いは、信号線等によって互いに通信される別体のユニットとして構成されてもよい。

[0064] (第2実施形態)

本発明の第2実施形態による点火装置は、第1実施形態による点火装置と同様に、図1に示すエンジンシステムに適用される。

[0065] 以下、第2実施形態による点火装置30の構成について、図7を参照して説明する。

図7に示すように、点火装置30は、点火コイル40、点火回路ユニット31、及び、電子制御ユニット32を含む。

[0066] 点火コイル40は、一次コイル41と二次コイル42と整流素子43とを有し、公知の昇圧トランスを構成している。

一次コイル41は、一端が、一定の直流電圧を供給可能な「直流電源」としてのバッテリ6の正極に接続されており、他端が点火スイッチ45を介して接地されている。以下、一次コイル41のバッテリ6と反対側を「接地側」という。

二次コイル42は、一次コイル41と磁気的に結合されており、一端が点火プラグ7の一対の電極を介して接地されており、他端が整流素子43及び二次電流検出抵抗47を介して接地されている。

[0067] 一次コイル41に流れる電流を一次電流I1といい、一次電流I1の増減によって発生し、二次コイル42に流れる電流を二次電流I2という。図中に矢印で示すように、一次電流I1は、一次コイル41から点火スイッチ4

5に向かう方向の電流を正とし、二次電流I2は、二次コイル42から点火プラグ7に向かう方向の電流を正とする。また、二次コイル42の点火プラグ7側の電圧を二次電圧V2という。

整流素子43は、ダイオードで構成されており、二次電流I2を整流する。

点火コイル40は、一次コイル41を流れる電流の変化に応じて電磁誘導の相互誘導作用により二次コイル42に高電圧を発生させ、この高電圧を点火プラグ7に印加する。本実施形態では、1つの点火プラグ7に対し1つの点火コイル40が設けられている。

[0068] 点火回路ユニット31は、点火スイッチ（イグナイタ）45、二次電流検出抵抗47、および、二次電流検出回路48を有している。また、点火回路ユニット31は、本発明の特徴的構成である吹き消え検出部49とエネルギー投入部50とを有している。

[0069] 点火スイッチ45は、例えばIGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）で構成されており、コレクタが点火コイル40の一次コイル41の接地側に接続され、エミッタが接地され、ゲートが電子制御ユニット32に接続されている。エミッタは、整流素子46を介してコレクタに接続されている。

点火スイッチ45は、ゲートに入力される点火信号IGTに応じてオンオフ動作する。詳しくは、点火スイッチ45は、点火信号IGTの立ち上がり時にオンとなり、点火信号IGTの立ち下がり時にオフとなる。一次コイル41における一次電流I1は、点火スイッチ45により点火信号IGTに従って導通及び遮断が切り替えられる。

二次電流検出回路48は、二次電流検出抵抗47の両端電圧に基づいて二次電流I2を検出する。

[0070] 二次電流検出回路48は、二次電流検出抵抗47の両端電圧に基づいて二次電流I2を検出し、エネルギー投入部50の電流フィードバック制御部59に入力する。

[0071] 「エネルギー投入手段」としてのエネルギー投入部50は、エネルギー蓄積コイル52、充電スイッチ53、充電スイッチ用ドライバ回路54、及び整流素子55から構成されるDCDCコンバータ51、並びに、コンデンサ56、放電スイッチ57、放電スイッチ用ドライバ回路58、電流フィードバック制御部59及び整流素子60を有している。なお、図7において、電流フィードバック制御部59は、「電流FB部」として示している。

[0072] DCDCコンバータ51は、バッテリ6の電圧を昇圧し、コンデンサ56に供給する。

エネルギー蓄積コイル52は、一端がバッテリ6に接続され、他端が充電スイッチ53を介して接地されている。充電スイッチ53は、例えばMOSFET（金属酸化物半導体電界効果トランジスタ）で構成されており、ドレインがエネルギー蓄積コイル52に接続され、ソースが接地され、ゲートが充電スイッチ用ドライバ回路54に接続されている。充電スイッチ用ドライバ回路54は、充電スイッチ53をオンオフ駆動可能である。

整流素子55は、ダイオードで構成されており、コンデンサ56からエネルギー蓄積コイル52及び充電スイッチ53側への電流の逆流を防止する。

[0073] 充電スイッチ53がオンしたとき、エネルギー蓄積コイル52に電流が流れ、電気エネルギーが蓄積される。また、充電スイッチ53がオフしたとき、エネルギー蓄積コイル52に蓄積された電気エネルギーがバッテリ6の直流電圧に重畠してコンデンサ56側へ放出される。充電スイッチ53がオンオフ動作を繰り返すことで、エネルギー蓄積コイル52にてエネルギーの蓄積と放出が繰り返され、バッテリ電圧が昇圧される。

コンデンサ56は、一方の電極が整流素子55を介してエネルギー蓄積コイル52の接地側に接続され、他方の電極が接地されている。コンデンサ56は、DCDCコンバータ51によって昇圧された電圧を蓄電する。

[0074] 放電スイッチ57は、例えばMOSFETで構成されており、ドレインがコンデンサ56に接続され、ソースが一次コイル41の接地側に接続され、ゲートが放電スイッチ用ドライバ回路58に接続されている。放電スイッチ

用ドライバ回路58は、放電スイッチ57をオンオフ駆動可能である。

[0075] 「投入エネルギー制御手段」としての電流フィードバック制御部59は、二次電流I2を目標値（以下「目標二次電流I2\*」という。）に一致させようとするフィードバック制御により、放電スイッチ57のオンデューティ比を求め、放電スイッチ用ドライバ回路58に指令信号を出力する。これにより、電流フィードバック制御部59は、エネルギー投入部50から投入されるエネルギー投入量を制御可能である。目標二次電流I2\*は、ECU32から出力される目標二次電流信号IGAに基づいて設定されており、吹き消え検出部49からの出力に応じて増加減補正される。

整流素子60は、ダイオードで構成されており、点火コイル40からコンデンサ56への電流の逆流を防止している。

[0076] 「吹き消え検出手段」としての吹き消え検出部49は、点火プラグ7による放電の開始後、放電状態が途切れる所謂「吹き消え」が発生したことを検出する。特に本実施形態では、吹き消え検出部49は、エネルギー投入期間IGW中、二次電流検出回路48が検出した二次電流I2と、吹き消え検出電流閾値Iboとを比較し、二次電流I2が吹き消え検出電流閾値Iboよりも低下することを、吹き消えとして検出する。

以下で説明する吹き消えの検出は、放電火花が吹き消える直前の状態を二次電流I2の値で検出したことをいい、実際に放電火花が吹き消えしていることに限定されない。

[0077] 吹き消え検出電流閾値Iboは、吹き消えを検出すべく、吹き消えが発生する直前の値であるゼロに近い値に設定される。また、吹き消え検出電流閾値Iboは、固定値としてもよく、エンジン13の運転状態等に応じて可変としてもよい。

[0078] また、吹き消え検出部49は、エネルギー投入期間IGW中に吹き消えを検出した場合、1回の吹き消えとしてカウントし、吹き消え回数mを記憶することができる。さらに、吹き消え検出部49は、エネルギー投入期間IGW中の吹き消えが発生したか否かのチェック時に吹き消えを検出しなかった場合

、1回の未検出としてカウントし、未検出回数nを記憶することができる。

以上が点火回路ユニット31の構成である。

[0079] なお、図7では1気筒に対する構成のみを示しているが、現実には、放電スイッチ57以降の構成は気筒数分が並列して設けられており、放電スイッチ57の手前で電流経路が気筒毎に分岐され、コンデンサ56に蓄積されたエネルギーが各経路に分配される。

[0080] 次に、電子制御ユニット32は、クランク角センサ35等の各種センサから取得したエンジン13の運転情報に基づき、点火信号IGT、エネルギー投入期間信号IGW、および、目標二次電流信号IGAを生成し、点火回路ユニット31に出力する。

[0081] 点火信号IGTは、点火スイッチ45のゲート、及び、充電スイッチ用ドライバ回路54に入力される。点火スイッチ45は、点火信号IGTがH（ハイ）レベルの期間、オンとなる。充電スイッチ用ドライバ回路54は、点火信号IGTがHレベルの期間、充電スイッチ53のゲートに対し、充電スイッチ53をオンオフ制御する充電スイッチ信号SWcを繰り返し出力する。

[0082] エネルギ投入期間信号IGWは、放電スイッチ用ドライバ回路58に入力される。放電スイッチ用ドライバ回路58は、エネルギー投入期間信号IGWがHレベルの期間、放電スイッチ57のゲートに対し、放電スイッチ57をオンオフ制御する放電スイッチ信号SWdを繰り返し出力する。本実施形態では、エネルギー投入期間信号IGWがHレベルである期間が、「エネルギー投入期間」に対応する。

目標二次電流信号IGAは、目標二次電流I2\*を指示するための信号であり、電流フィードバック制御部59に入力される。

[0083] 次に、本実施形態による点火装置30の作動について図8のタイムチャートを参照して説明する。

なお、二次コイル42に高電圧を発生させために一次コイル41を流れる電流を変化させる方法は、以下の2通りある。一つ目は、バッテリ6から一

次コイル41への通電を点火スイッチ45で遮断する方法、二つ目は、エネルギー投入部50によって一次コイル41の接地側からエネルギーを投入する方法である。

以下で説明する点火装置30の作動は、一つ目の方法で点火プラグ7の放電を開始させた後、二つ目の方法で当該放電を持続させる制御方式に基づくものであり、この制御方式は、本出願人が開発したものである。以下、本明細書において、単に「エネルギー投入制御」という場合、この制御方式を意味する。ここでは、まず、基本的なエネルギー投入制御による作動の概要を説明し、本実施形態の特徴については後で詳しく述べる。

[0084] 図8のタイムチャートは、共通の時間軸を横軸とし、縦軸に上から順に、点火信号IGT、エネルギー投入期間信号IGW、コンデンサ電圧Vdc、一次電流I1、二次電流I2、投入エネルギーP、充電スイッチ信号SWc、放電スイッチ信号SWdの時間変化を示している。

ここで、「コンデンサ電圧Vdc」はコンデンサ56に蓄電された電圧を意味する。また、「投入エネルギーP」は、コンデンサ56から放出され、一次コイル41の低電圧側端子側から点火コイル40に供給されるエネルギーを意味し、1回の点火タイミング中における供給開始（最初の放電スイッチ信号SWdの立ち上がり）からの積算値を示す。

[0085] 図8中、「一次電流I1」及び「二次電流I2」は、図7に示す矢印方向の電流を正の値とし、矢印と反対方向の電流を負の値とする。以下の説明において、負の電流の大小に言及する場合、「電流の絶対値」を基準として大小を表す。すなわち、負領域において、電流値が0[A]から離れ絶対値が大きくなるほど「電流が増加又は上昇する」といい、0[A]に近づき絶対値が小さくなるほど「電流が減少又は低下する」という。さらに、後述する二次電流I2と負の閾値との比較において、「二次電流I2が閾値を下回る」とは、「二次電流I2の絶対値が閾値を下回る」ことを意味する。

[0086] まず、時刻t1にて点火信号IGTがHレベルに立ち上がると、点火スイッチ45がオンされる。このとき、エネルギー投入期間信号IGWはL（ロー

) レベルであるため放電スイッチ 5 7 はオフである。これにより、一次コイル 4 1 における一次電流 I 1 の通電が開始する。

[0087] また、点火信号 I G T が H レベルに立ち上がっている間、矩形波パルス状の充電スイッチ信号 S W c が、充電スイッチ 5 3 のゲートに入力される。すると、充電スイッチ 5 3 のオン後のオフ期間に、コンデンサ電圧 V d c がステップ状に上昇する。

このようにして、点火信号 I G T が H レベルに立ち上がっている時刻 t 1 - t 2 間に、点火コイル 4 0 が充電されるとともに、D C D C コンバータ 5 1 の出力によってコンデンサ 5 6 にエネルギーが蓄積される。このエネルギーの蓄積は、時刻 t 2 までに終了する。

このとき、コンデンサ電圧 V d c 、すなわちコンデンサ 5 6 のエネルギー蓄積量は、充電スイッチ信号 S W c のオンデューティ比およびオンオフ回数によって制御可能である。

[0088] その後、時刻 t 2 にて点火信号 I G T が L レベルに立ち下げられ、点火スイッチ 4 5 がオフされると、それまで一次コイル 4 1 に通電していた一次電流 I 1 が急激に遮断される。すると、一次コイル 4 1 にバッテリ 6 よりも大きな起電力が発生し、二次コイル 4 2 に大きな二次電圧が生じる。これにより、点火コイル 4 0 から点火プラグ 7 に高電圧が印加され、点火プラグ 7 に放電が発生し二次電流 I 2 が流れる。

[0089] その後、仮にエネルギー投入制御を行わないとすると、二次電流 I 2 は、破線で示すように、時間経過とともに 0 [A] に近づき、放電を維持できない程度まで減衰すると放電は終了する。

[0090] 本実施形態の基本的なエネルギー投入制御では、時刻 t 2 の直後の時刻 t 3 にエネルギー投入期間信号 I G W が H レベルに立ち上げられ、充電スイッチ信号 S W c がオフの状態で、矩形波パルス状の放電スイッチ信号 S W d が放電スイッチ 5 7 に入力される。これにより、充電スイッチ 5 3 がオフの状態で放電スイッチ 5 7 がオンオフを繰り返す。

[0091] すると、放電スイッチ 5 7 のオン期間に、コンデンサ 5 6 の蓄積エネルギー

が放出され、一次コイル41の接地側に投入される。これにより、一次コイル411には、投入エネルギーPに起因する一次電流I1が通電される。投入エネルギーPにより一次コイル411の接地側から一次電流I1が通電されると、一次電流I1の遮断により通電される二次電流I2に対し、投入エネルギーPによる一次電流I1の通電に伴う追加分が同一極性で重畠される。二次電流I2が所定値に達すると、放電スイッチ57がオフし、一次コイル41への通電が停止して二次電流I2が低下する。二次電流I2が所定値まで低下すると、再度放電スイッチ57がオンされ、二次電流I2へ電流が重畠される。この重畠は、時刻t3-t4の間、放電スイッチ57がオンになる毎に、繰り返される。これにより、二次電流I2は、目標二次電流I2\*に一致するように維持される。

[0092] なお、以下では、エネルギー投入期間信号IGWがHレベルの期間、すなわち、エネルギー投入により放電を持続させる期間を、同じ記号を用いて「エネルギー投入期間IGW」と記載する。また、本実施形態では、エネルギー投入期間IGWにおける二次電流I2の波状の最大値と最小値との中間値を、目標二次電流I2\*としているが、最大値または最小値を目標値としてもよい。

[0093] 時刻t4でエネルギー投入期間信号IGWがLレベルに立ち下げられると、放電スイッチ信号SWdがオフになり、放電スイッチ57のオンオフ動作が停止する。これにより、一次電流I1および二次電流I2は共にゼロとなる。

[0094] 本実施形態の点火装置30は、燃焼室17内に強い気流を生じさせることにより燃焼性を向上させる希薄燃焼エンジンに適用されることを想定している。このようなエンジンでは、気流によって放電が引き伸ばされる。気流が強いと、放電の吹き消えが発生し、再放電および吹き消えを繰り返すおそれがある。また、吹き消えの発生には、燃焼室の気流の強さだけでなく、エンジン13の機差や気筒間のばらつき、経年変化等による燃焼状況も関わっているため、吹き消えの発生状況は一定でない。よって、余分なエネルギーを消費せずに、吹き消えおよび再放電を抑制するためには、吹き消えの発生状況

に合わせて、エネルギー投入部50によるエネルギー投入量を調整する必要がある。

[0095] そこで、本実施形態の点火装置30の吹き消え検出部49は、二次電流検出回路48が検出した二次電流I2に基づいて、エネルギー投入期間IGWに吹き消えの発生を検出する。そして、エネルギー投入期間IGWに所定回数の吹き消えの発生が検出された場合には、当該エネルギー投入期間IGW中に即時、電流フィードバック制御部59の目標二次電流I2\*を増加させるよう補正する。また、エネルギー投入期間IGWに吹き消えの未検出が続いた場合、すなわち、放電火花が吹き消えずに継続した場合には、電流フィードバック制御部59の目標二次電流I2\*を減少させるよう次回点火用に補正する。これにより、過不足のない消費エネルギーで吹き消えを抑制する。

[0096] 以下に、本実施形態による吹き消え検出処理について、図9のフローチャートを参照して説明する。

図9に示す一連の吹き消え検出処理は、エンジン13の燃焼サイクル毎に、エネルギー投入期間信号IGWがハイレベルになりエネルギー投入期間IGWが開始した後、繰り返し実行される。また、吹き消え回数mおよび未検出回数nは、初期値をゼロとし、2回目以降の処理においては、前回処理にて加減算された値を用いる。

[0097] 以下のフローチャートの説明で、記号「S」はステップを意味する。

まず、S1では、吹き消え検出部49は、現在、エネルギー投入期間信号IGWがローレベルであるか否かを判断する。エネルギー投入期間信号IGWがローレベルではないと判断された場合(S1: NO)は、エネルギー投入期間IGWが継続しているものとしてS2に移行し、エネルギー投入期間信号IGWがローレベルであると判断された場合(S1: YES)は、エネルギー投入期間IGWが終了したものとしてS7に移行する。

[0098] S2では、吹き消え検出部49は、二次電流検出回路48からエネルギー投入期間IGWの二次電流I2を取得し、取得した二次電流I2が吹き消え検出電流閾値Iboより低下しているか否かを判断する。二次電流I2が吹き

消え検出電流閾値  $I_{b0}$  より低下していると判断された場合 (S 2 : YES) 、 S 3 へ移行する。二次電流  $I_2$  が吹き消え検出電流閾値  $I_{b0}$  以上であると判断し場合 (S 2 : NO) 、 S 6 へ移行する。

[0099] S 3 では、吹き消え検出部 4 9 は、エネルギー投入期間  $I_{GW}$  に吹き消えが発生したと判定し、吹き消え回数  $m$  をカウントアップし、未検出回数  $n$  を初期化し、 S 4 に移行する。

[0100] S 4 では、吹き消え検出部 4 9 は、吹き消え回数  $m$  が所定回数  $M$  以上であるか否かを判断する。所定回数  $M$  は、例えば、点火コイル 4 0 への投入エネルギーが不足しているか否かの判断基準として設定される任意の値である。吹き消え回数  $m$  が所定回数  $M$  以上であると判断された場合 (S 4 : YES) 、 S 5 に移行する。吹き消え回数  $m$  が所定回数  $M$  未満であると判断された場合 (S 4 : NO) 、そのまま処理を終了する。

[0101] S 5 では、吹き消え検出部 4 9 は、電流フィードバック制御部 5 9 の目標二次電流  $I_2*$  を増加させる補正を実施し、吹き消え回数  $m$  を初期化して、処理を終了する。

[0102] 一方、 S 2 において二次電流  $I_2$  が吹き消え検出電流閾値  $I_{b0}$  以上であると判断された場合 (S 2 : NO) に移行する S 6 では、吹き消え検出部 4 9 は、エネルギー投入期間  $I_{GW}$  に吹き消えが発生していないと判定し、吹き消え回数  $m$  を初期化し、未検出回数  $n$  をカウントアップし、処理を終了する。

[0103] また、 S 1 においてエネルギー投入期間信号  $I_{GW}$  がローレベルであると判断された場合 (S 1 : YES) に移行する S 7 では、吹き消え検出部 4 9 は、未検出回数  $n$  が所定回数  $N$  回以上であるか否かを判定する。所定回数  $N$  は、エネルギー投入期間信号  $I_{GW}$  に所定時間吹き消えが発生していないことを判断するための値であり、点火コイル 4 0 への投入エネルギーが余剰しているか否かの判断基準として予め設定される任意の値である。安定した点火のためには  $M > N$  であることが好ましい。

[0104] 未検出回数  $n$  が  $N$  回以上であると判断された場合 (S 7 : YES) 、 S 8

に移行する。S 8 では、吹き消え検出部4 9 は、電流フィードバック制御部5 9 の次回点火の目標二次電流  $I_{2*}$  を減少補正し、S 9 に移行する。

未検出回数  $n$  が所定回数  $N$  未満であると判断された場合 (S 7 : N O) 、吹き消え検出部4 9 は、そのまま S 9 に移行する。

[0105] S 9 では、吹き消え検出部4 9 は、吹き消え回数  $m$  および未検出回数  $n$  を初期化する。その後、吹き消え検出処理を終了し、次回、エネルギー投入期間信号  $I_{GW}$  がハイになるまで停止する。

[0106] なお、目標二次電流  $I_{2*}$  を増加または減少させる制御方式は、図10に示すように、リニア可変制御式（図10中の点線）でもよいし、デジタル可変制御式（図10中の実線）でもよい。例えば、デジタル可変制御の場合には、一度の制御において目標二次電流  $I_{2*}$  を現在設定値よりも一段階、増加または減少させててもよい。

ここで、目標二次電流  $I_{2*}$  を増加させることは、エネルギー投入部5 0 から投入されるエネルギー投入量を増加させるということである。また、目標二次電流  $I_{2*}$  を減少させることは、エネルギー投入部5 0 から投入されるエネルギー投入量を減少させるということである。すなわち本実施形態では、目標二次電流  $I_{2*}$  が「エネルギー投入量」に対応する。

また、上述の処理は原則として気筒毎に行う。ただし、構成を簡略化し、複数の気筒をグループとして制御してもよい。また、学習制御に反映させててもよい。

[0107] 吹き消えが生じた場合の二次電流  $I_2$  を図1 1 に示す。図1 1 では、共通時間軸を横軸とし、縦軸に上から順にエネルギー投入期間信号  $I_{GW}$ 、二次電流  $I_2$ 、二次電圧  $V_2$ 、一次電流  $I_1$  を示している。

エネルギー投入期間  $I_{GW}$ において、一次電流  $I_1$  が通電されている間、例えば時刻  $t_b$  に、二次電流  $I_2$  が吹き消え検出電流閾値  $I_{b0}$  よりも低下したとする。本実施形態の吹き消え検出部4 9 は、二次電流  $I_2$  が吹き消え検出電流閾値  $I_{b0}$  よりも低下したことを吹き消えとして検出する。例えば所定回数  $M$  が1 回である場合には、図1 1 に示すように、目標二次電流  $I_{2*}$

を即時増加させる。これにより、吹き消えが検出されたエネルギー投入期間 $I_{GW}$ と同一のエネルギー投入期間 $I_{GW}$ において、エネルギー投入部50から投入されるエネルギー投入量は増加する。このため、吹き消え後の再放電の火花を強化することができ、吹き消えおよび再放電の繰り返しを抑制することができる。

[0108] 第2実施形態では、以下の作用効果を奏する。

(1) 第2実施形態の点火装置30は、エネルギー投入期間 $I_{GW}$ における放電の吹き消えを検出する吹き消え検出部49を備えている。吹き消え検出部49は、エネルギー投入期間 $I_{GW}$ に所定回数以上の吹き消えを連続して検出した場合、目標二次電流 $I_2*$ を増加させる。これにより、吹き消えの発生状況に合わせて投入エネルギーが増加されるため、過不足のない消費エネルギーで吹き消えによる再放電後の吹き消えを抑制することができる。

[0109] また、吹き消え検出部49は、エネルギー投入期間 $I_{GW}$ に所定回数以上の吹き消えの未検出が連続した場合、次回エネルギー投入期間 $I_{GW}$ の目標二次電流 $I_2*$ を減少させる。未検出が連続したということは、所定時間、吹き消えが発生せずに点火放電が継続したことを意味している。この場合、投入エネルギーが余剰しているものと判断して次回エネルギー投入期間 $I_{GW}$ の投入エネルギーを減少させることにより、消費エネルギーを節約することができる。

[0110] また、上述したような投入エネルギーの増加と減少とを組み合わせた制御を行うことにより、吹き消えが発生しない程度の必要最小限のエネルギー投入量によってエネルギー投入制御を行うことができる。

このように吹き消えの発生状況に合わせたエネルギー投入制御を行うことで、内燃機関の機差や気筒間のばらつき、経年変化等による燃焼状況に合わせて、自動的に最適なエネルギーを投入することができる。

[0111] (2) 第2実施形態の点火装置30は、エネルギー投入期間 $I_{GW}$ に二次電流 $I_2$ を検出する二次電流検出回路48を備え、吹き消え検出部49は、二次電流 $I_2$ の絶対値が所定の吹き消え検出電流閾値 $I_{bo}$ を下回ったとき、吹き消えが発生したと判定する。吹き消えが発生すると二次電流 $I_2$ の絶対

値が急激に低下することから、二次電流  $I_2$  の絶対値を監視することで、吹き消えの発生を適切に検出することができる。

また、吹き消え検出部 49 が目標二次電流  $I_{2*}$  を変更すると、電流フィードバック制御部 59 は、検出電流に基づくフィードバック制御により、二次電流  $I_2$  の実値を目標二次電流  $I_{2*}$  に精度良く一致させる。これにより、エネルギー投入量を適切に変更することができる。

[0112] (3) 第2実施形態の点火装置 30 は、エネルギー投入制御の方式として、DCDCコンバータ 51 で昇圧しコンデンサ 56 に蓄電した投入エネルギーを、一次コイル 41 の接地側から投入する方式を採用している。これにより、多重放電等のエネルギー投入方式に比べ、低電圧側からエネルギーを投入することで最低限のエネルギーを効率良く投入しつつ、点火可能な状態を一定期間持続させることができる。

また、エネルギー投入期間  $T_{GW}$  中、二次電流  $I_2$  は、常に負の値となり、交番電流を用いる他の方式のようにゼロクロスしないため、吹き消えの発生を防止することができる。

[0113] (第2実施形態の変形例)

(1) 第2実施形態の吹き消え検出処理では、目標二次電流  $I_{2*}$  の増加補正是、同一エネルギー投入期間  $T_{GW}$  内に即時反映されているが、本発明はこれに限られず、次の点火時のエネルギー投入期間  $T_{GW}$  に反映させてもよい。

また、目標二次電流  $I_{2*}$  の減少補正是、同一エネルギー投入期間  $T_{GW}$  内に即時反映させてもよい。この場合は図9の S7 および S8 を S6 の処理後にも実施し、目標二次電流  $I_{2*}$  を減少させた場合にのみ未検出回数  $n$  を初期化すればよい。

また、吹き消え検出部 49 は、ECU 32 に対して補正処理を行うように出力し、直接、目標二次電流信号  $I_{GA}$  を変更してもよい。

[0114] (2) 第2実施形態の吹き消え検出処理において、所定回数か否かの判断を行う吹き消え回数  $m$  は、連続的に検出された回数に限定されない。例えば、吹き消え未検出の場合 (S2 : NO) に吹き消え回数  $m$  を初期化せず、S4

では吹き消え検出の累計回数に基づいて判断してもよい。

(3) 第2実施形態では、エネルギー投入期間信号  $I_{GW}$  がハイの期間、上述の吹き消え検出処理を繰り返し実施する例を示しているが、上述の吹き消え検出処理は、目標二次電流  $I_2^*$  を増加補正したら終了させてもよいし、所定回数で終了させてもよい。

[0115] (4) 第2実施形態のエネルギー投入部 50 は、本出願人が開発した「一次コイルの接地側からエネルギー投入する方式」を採用している。この他、本発明の「エネルギー投入手段」として、放電期間のエネルギー投入量を制御可能な方式であれば、従来の多重放電方式や特開 2012-167665 号公報に開示された「DCO 方式」等の方式で、コイル電源電圧を吹き消えの状態に応じて上昇または下降させる制御を実施してもよい。

[0116] また、図 7 の構成の点火装置 30 によるエネルギー投入制御は、図 8 に示すように、点火信号  $I_{GT}$  の H レベル中に充電スイッチ信号  $SW_c$  をオンオフしてコンデンサ電圧  $V_{dc}$  を蓄積した後、エネルギー投入期間  $I_{GW}$  に、一次コイル 41 の接地側にエネルギーを投入する方法に限らない。例えば、エネルギー投入期間  $I_{GW}$  に、充電スイッチ信号  $SW_c$  と放電スイッチ信号  $SW_d$  とを交互にオンオフ制御することで、充電スイッチ信号  $SW_c$  がオンのときエネルギー蓄積コイル 52 が蓄積したエネルギーを、その都度、一次コイル 41 の接地側に投入するようにしてもよい。その場合、コンデンサ 56 を備えなくてよい。

[0117] (5) 第2実施形態の吹き消え検出部 49 は、二次電流検出回路 48 が検出した二次電流  $I_2$  が吹き消え検出電流閾値  $I_{bo}$  を下回ったとき、吹き消えが発生したと判定する。この他、本発明の「吹き消え検出手段」は、イオン電流等の他のパラメータに基づいて、吹き消えの発生を検出するようにしてもよい。

二次電流  $I_2$  を吹き消え検出に用いず、且つ、二次電流  $I_2$  をフィードバック制御しない（例えばフィードフォワード制御する）場合には、二次電流検出抵抗 47 及び二次電流検出回路 48 を備えなくてもよい。

[0118] (6) 吹き消え検出部49は、第2実施形態のように点火回路ユニット31に含まれる構成に限らず、電子制御ユニット32に含まれてもよい。また、ハードウェア、ソフトウェアのいずれで構成されてもよい。

(7) 点火回路ユニット31は、電子制御ユニット32を収容するハウジング内に収容されるか、或いは点火コイル40を収容するハウジング内に収容されてもよい。

点火スイッチ45及びエネルギー投入部50は別々のハウジング内に収容されてもよい。例えば、点火コイル40を収容するハウジング内に点火スイッチ45が収容され、電子制御ユニット32を収容するハウジング内にエネルギー投入部50が収容されてもよい。

[0119] (8) 点火スイッチは、IGBTに限らず、比較的耐圧の高い他のスイッチング素子で構成されてもよい。また、充電スイッチ及び放電スイッチは、MOSFETに限らず、他のスイッチング素子で構成されてもよい。

(9) 直流電源は、バッテリに限らず、例えば交流電源をスイッチングレギュレータ等によって安定化した直流安定化電源等で構成されてもよい。

[0120] (10) 第2実施形態では、エネルギー投入部50は、DCDCコンバータ51によって、バッテリ6の電圧を昇圧している。その他、点火装置がハイブリッド自動車や電気自動車に搭載される場合には、主機バッテリの出力電圧をそのまま、或いは降圧して、投入エネルギーとして用いてもよい。

[0121] (11) 電子制御ユニット32は、主に点火装置30を制御する部分の他に、第2実施形態の特徴とは比較的関連性の低い、エンジン13全体の運転状態を制御する部分を含む。これらは一つのユニットとして構成されてもよく、或いは、信号線等によって互いに通信される別体のユニットとして構成されてもよい。

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の形態で実施可能である。

## 符号の説明

[0122] 13 . . . 内燃機関、

- 1 7 . . . 燃焼室、  
3 0 . . . 点火装置、  
4 0 . . . 点火コイル、  
4 1 . . . 一次コイル、  
4 2 . . . 二次コイル、  
4 5 . . . 点火スイッチ、  
4 9 . . . 吹き消え検出部（吹き消え検出手段）、  
5 0 . . . エネルギ投入部（エネルギー投入手段）、  
5 9 . . . 電流フィードバック制御部（投入エネルギー制御手段）、  
6 . . . バッテリ（直流電源）、  
7 . . . 点火プラグ。

## 請求の範囲

- [請求項1] 内燃機関（13）の燃焼室（17）において混合気に点火する点火プラグ（7）の動作を制御する点火装置（30）であって、  
直流電源（6）から供給される一次電流が流れる一次コイル（41）、及び、前記点火プラグの電極に接続され、前記一次電流の通電及び遮断による二次電圧が発生し二次電流が流れる二次コイル（42）を有する点火コイル（40）と、  
前記一次コイルの前記直流電源と反対側である接地側に接続され、点火信号（IGT）にしたがって前記一次電流の通電と遮断とを切り替える点火スイッチ（45）と、  
前記点火スイッチにより前記一次電流を遮断し、前記遮断による二次電圧で前記点火プラグの放電を発生させた後の所定のエネルギー投入期間（IGW）において、エネルギーを投入可能なエネルギー投入手段（50）と、  
前記点火プラグによる放電開始後、放電の吹き消えが発生したことを検出する吹き消え検出手段（49）と、  
を備え、  
前記エネルギー投入期間の開始から前記点火プラグの吹き消え後の再放電が可能な時間領域である第1領域が経過した後の第2領域において、前記吹き消え検出手段によって吹き消えの発生が検出されたとき、前記エネルギー投入手段によるエネルギー投入を停止することを特徴とする点火装置。
- [請求項2] 前記第1領域において、前記吹き消え検出手段によって吹き消えの発生が検出されたとき、前記エネルギー投入手段によるエネルギー投入を継続することを特徴とする請求項1に記載の点火装置。
- [請求項3] 前記エネルギー投入期間に前記二次電流を検出する二次電流検出手段（48）を備え、  
前記吹き消え検出手段は、前記二次電流の絶対値が所定の吹き消え

検出電流閾値を下回ったとき、吹き消えが発生したと判定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の点火装置。

[請求項4] 前記エネルギー投入手段は、前記一次コイルの接地側から前記二次電流と同じ極性で重畳的にエネルギーを投入可能であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の点火装置。

[請求項5] 内燃機関（13）の燃焼室（17）において混合気に点火する点火プラグ（7）の動作を制御する点火装置（30）であって、直流電源（6）から供給される一次電流が流れる一次コイル（41）、及び、前記点火プラグの電極に接続され、前記一次電流の通電および遮断によって発生する二次電圧が印加され放電による二次電流が流れる二次コイル（42）を有する点火コイル（40）と、

前記一次コイルの前記直流電源と反対側である接地側に接続され、点火信号（IGT）にしたがって前記一次電流の導通と遮断とを切り替える点火スイッチ（45）と、

前記点火スイッチにより前記一次電流を遮断し、前記遮断による電圧で前記点火プラグの放電を発生させた後の所定のエネルギー投入期間（IGW）において、エネルギーを投入可能なエネルギー投入手段（50）と、

前記エネルギー投入手段から投入されるエネルギー投入量を制御する投入エネルギー制御手段（59）と、

前記点火プラグによる放電開始後、放電の吹き消えが発生したことを検出する吹き消え検出手段（49）と、

を備え、

前記投入エネルギー制御手段は、前記エネルギー投入期間において所定回数の吹き消えの発生が検出された場合、前記エネルギー投入量を増加させることを特徴とする点火装置。

[請求項6] 前記投入エネルギー制御手段は、前記エネルギー投入期間において吹き消えの発生が所定回数検出されない場合、前記エネルギー投入量を減少

させることを特徴とする請求項 5 に記載の点火装置。

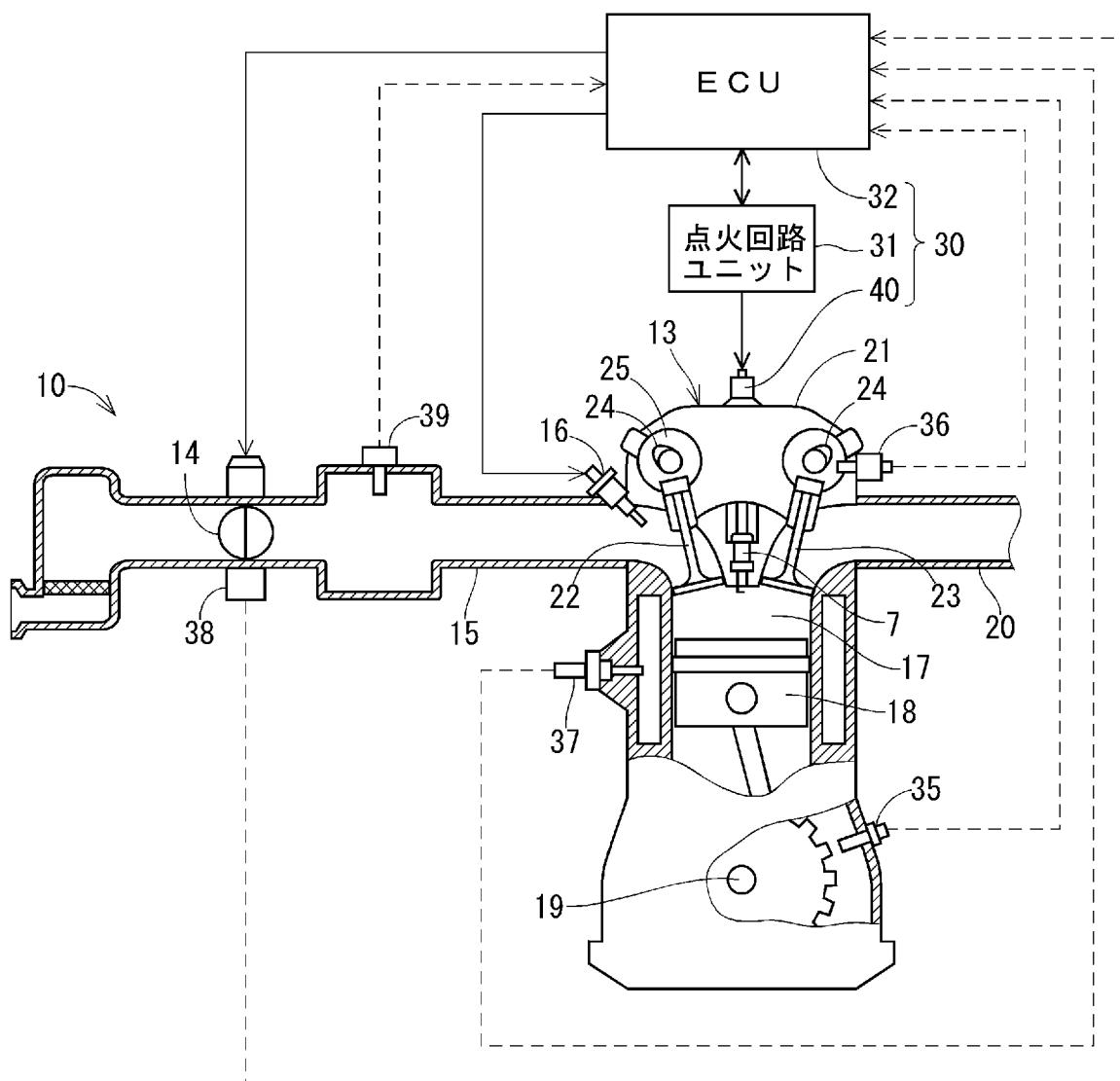
[請求項7] 前記エネルギー投入期間に前記二次電流を検出する二次電流検出手段  
(4 8) をさらに備え、

前記吹き消え検出手段は、前記二次電流の絶対値が所定の吹き消え  
検出電流閾値を下回ったとき、吹き消えが発生したと判定し、

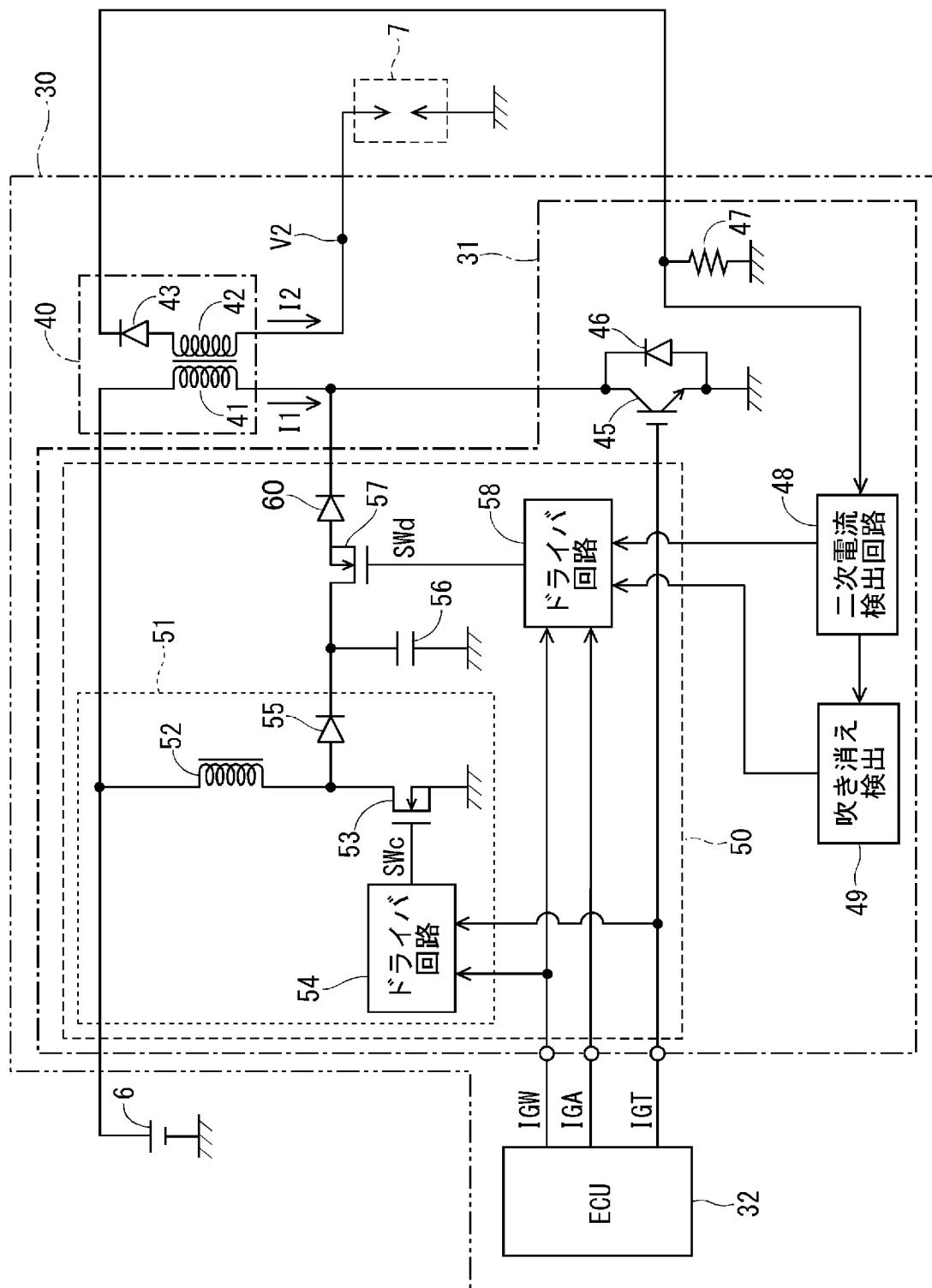
前記投入エネルギー制御手段は、前記エネルギー投入量の変更において  
、放電後の前記二次電流の目標値（12\*）を変更すること  
を特徴とする請求項 5 または 6 に記載の点火装置。

[請求項8] 前記エネルギー投入手段は、前記一次コイルの接地側から前記二次電  
流と同じ極性で重畠的にエネルギーを投入可能であることを特徴とする  
請求項 5～7 のいずれか一項に記載の点火装置。

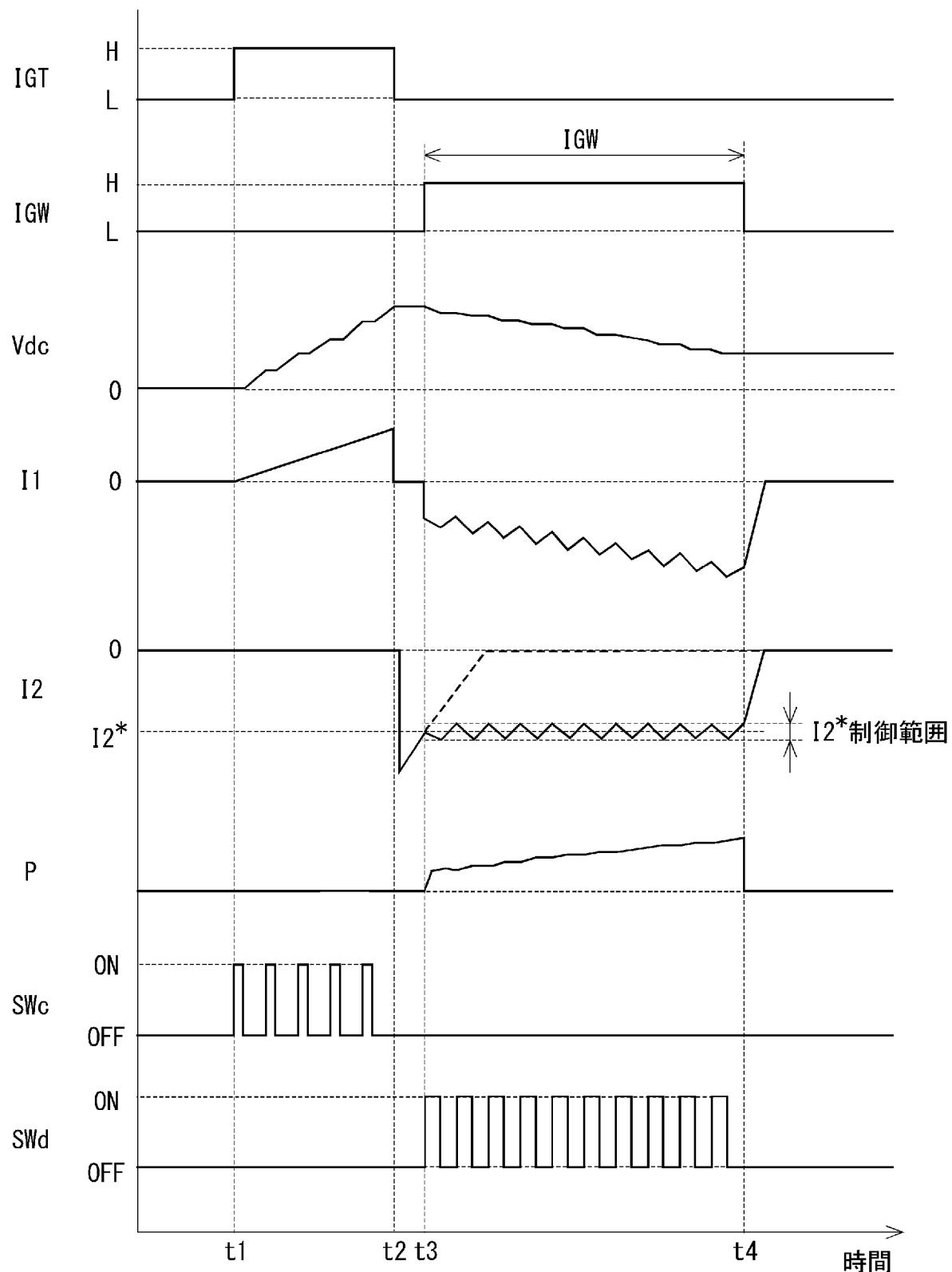
[図1]



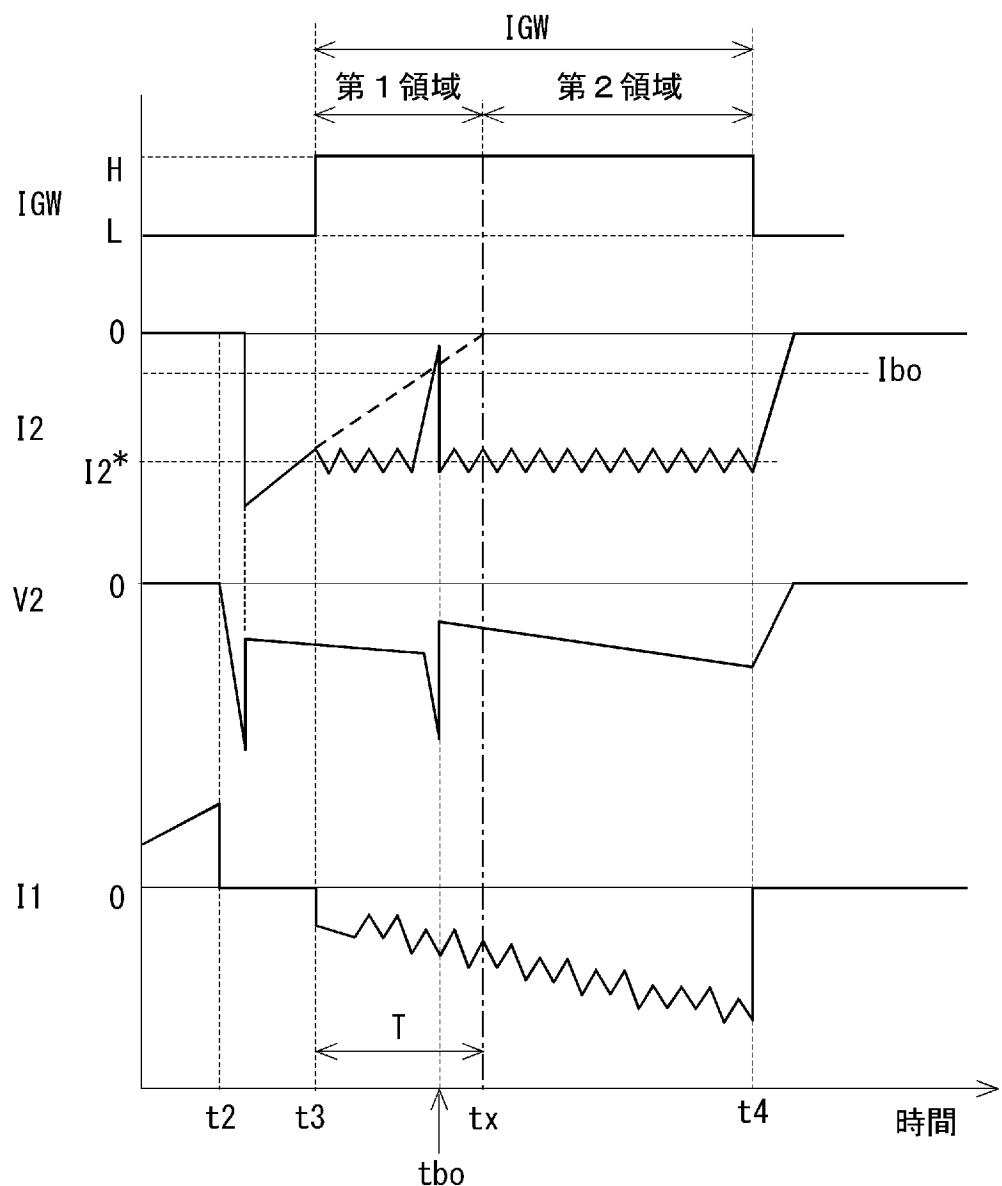
[図2]



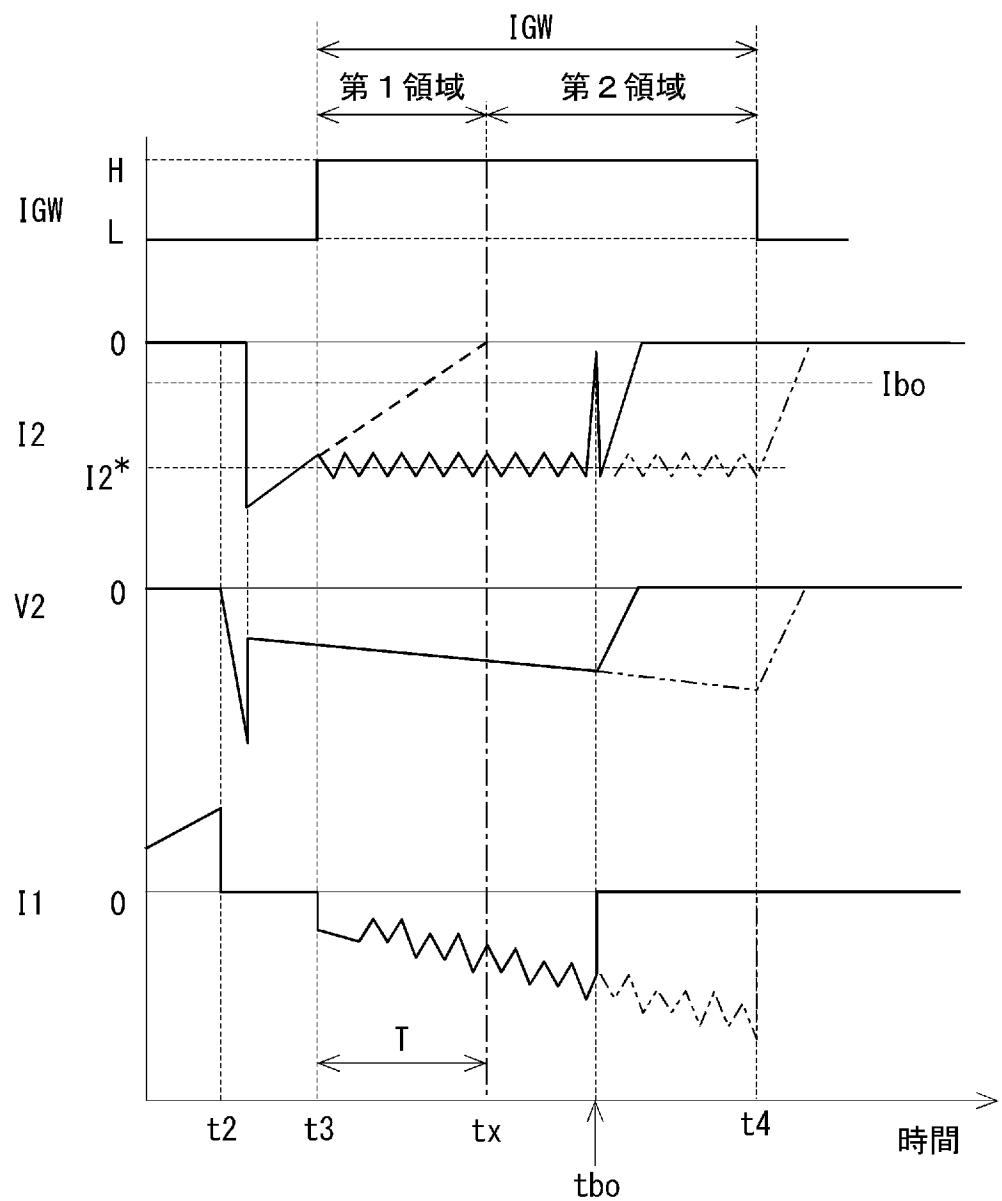
[図3]



[図4]

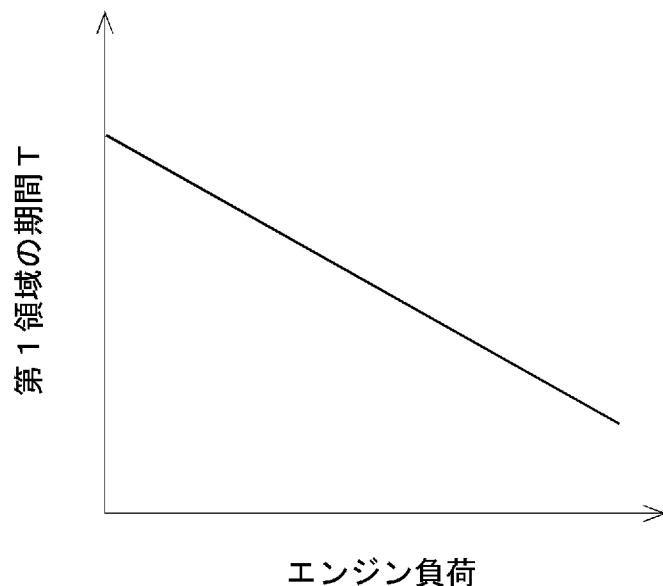


[図5]

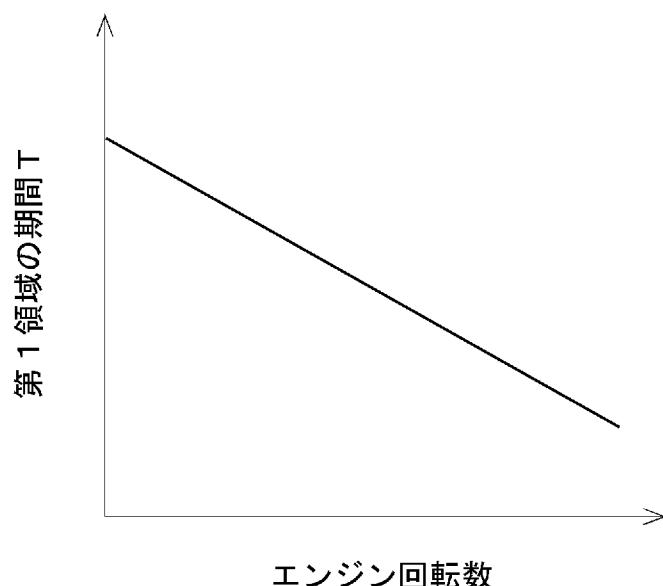


[図6]

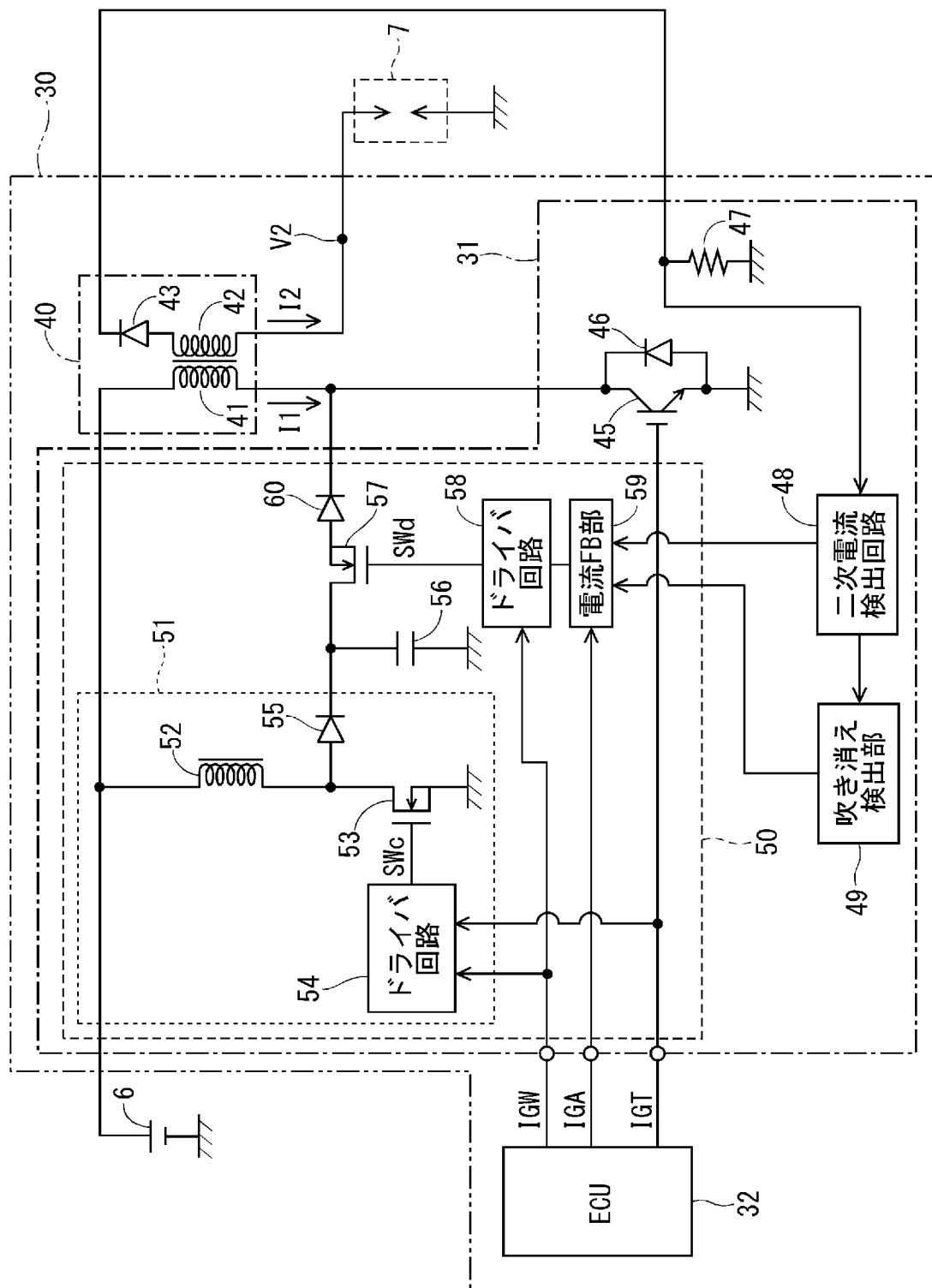
(a)



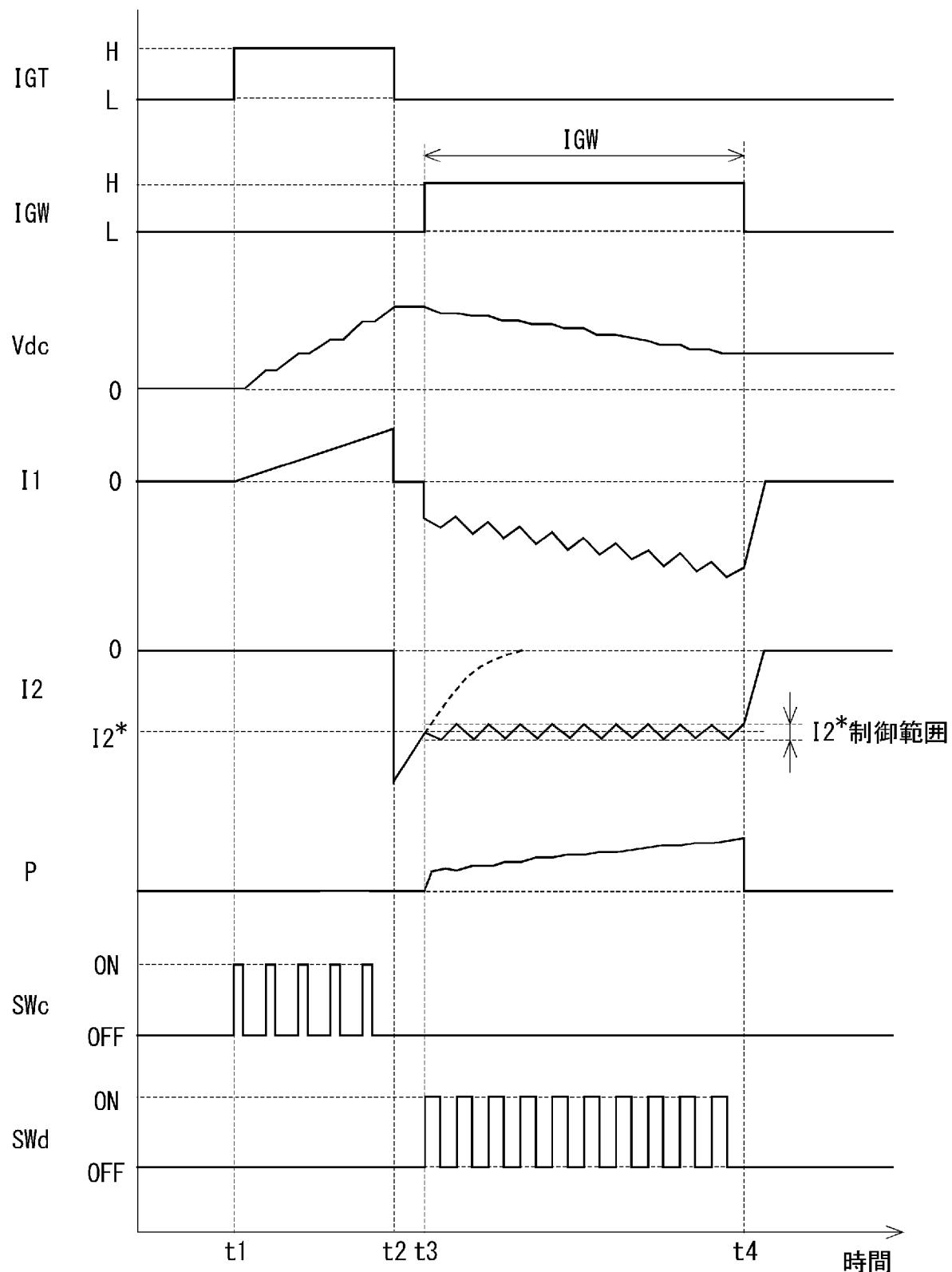
(b)



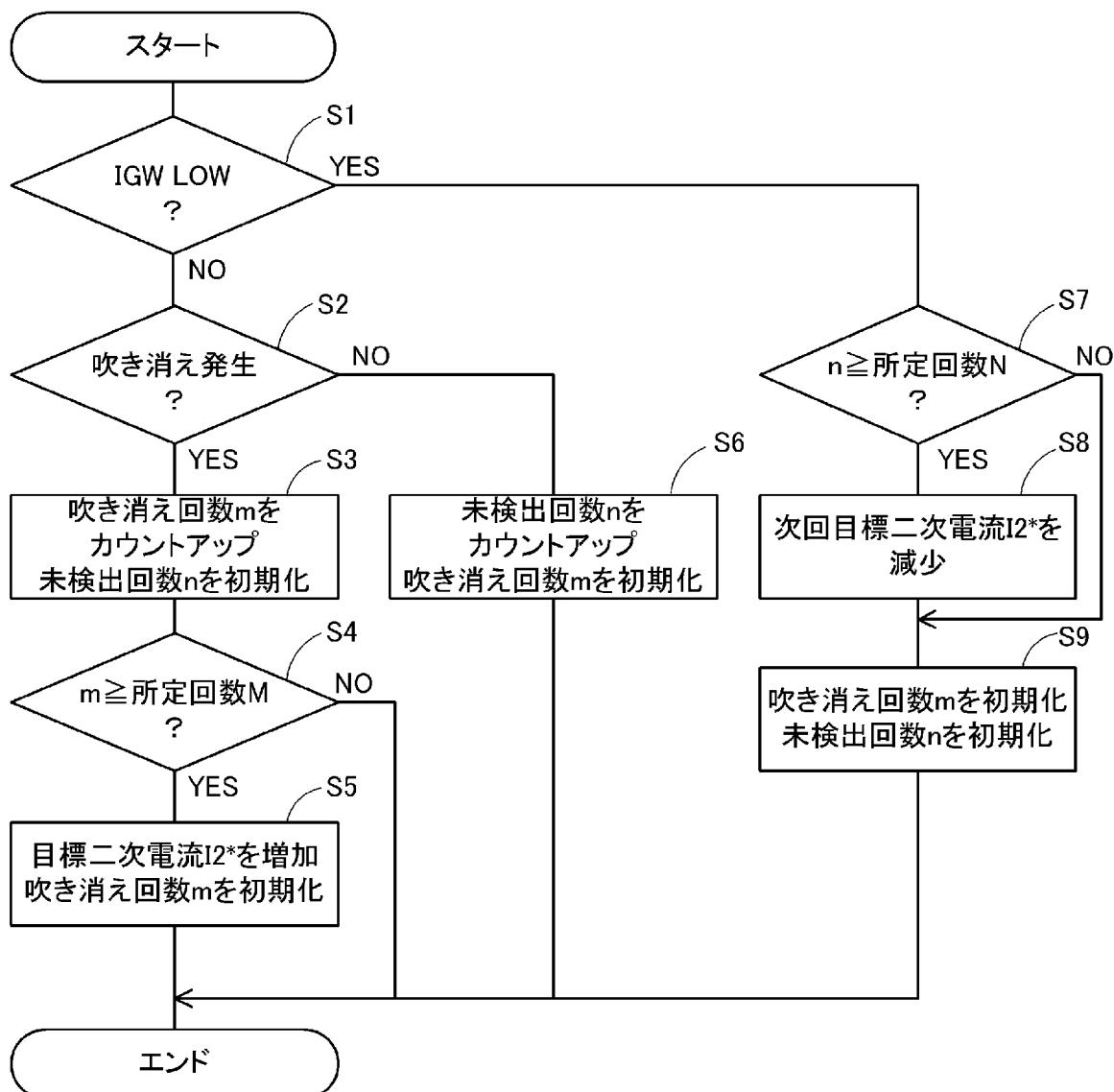
[図7]



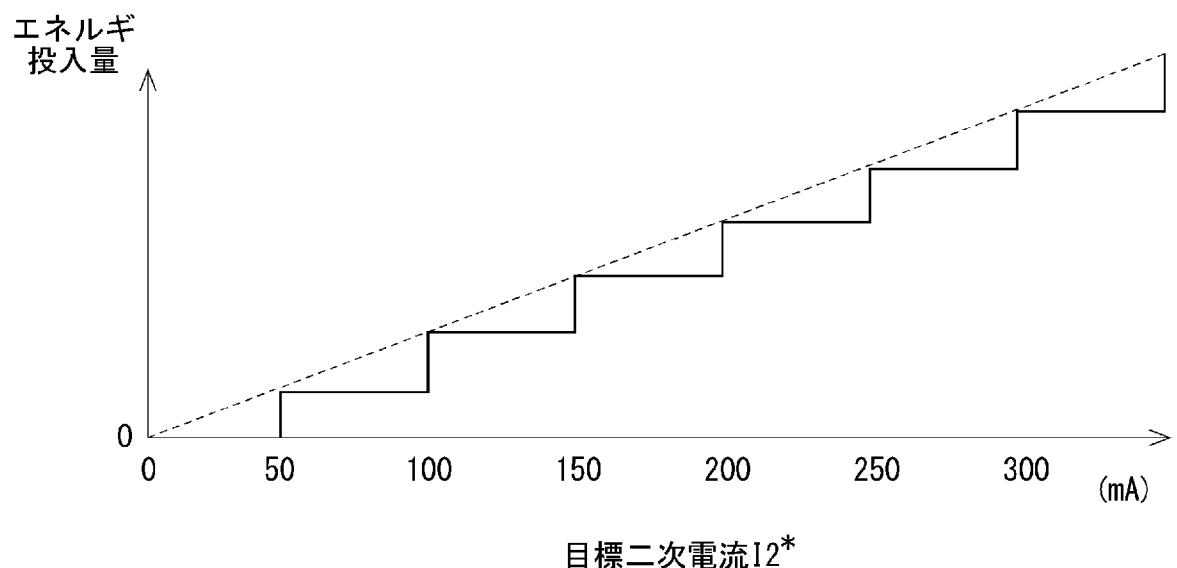
[図8]



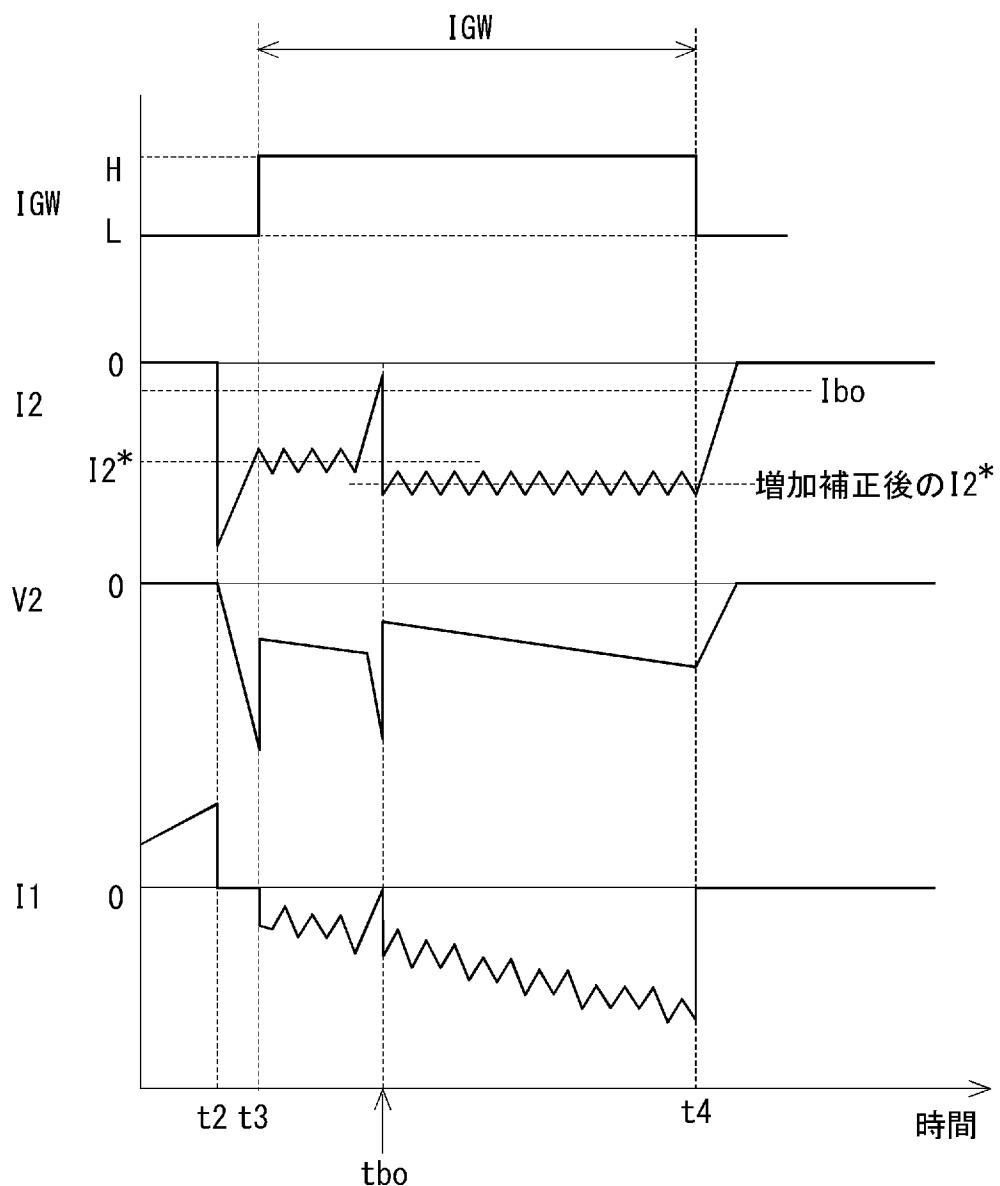
[図9]



[図10]



[図11]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060891

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

F02P15/08(2006.01)i, F02P3/045(2006.01)i, F02P9/00(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)

F02P15/08, F02P3/045, F02P9/00

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	1996–2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971–2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994–2015

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.
A	WO 2013/038530 A1 (Toyota Motor Corp.), 21 March 2013 (21.03.2013), paragraphs [0003] to [0008], [0065] to [0071], [0316] to [0378] & US 2014/0345565 A1 & EP 2757248 A1 & CN 103782025 A	1–4
X	JP 7-229461 A (Hanshin Electric Co., Ltd.), 29 August 1995 (29.08.1995), paragraphs [0009] to [0010], [0015], [0037] to [0038], [0041] to [0043], [0071]; fig. 1, 2 (Family: none)	5–6
Y	JP 2010-65549 A (Mitsubishi Motors Corp.), 25 March 2010 (25.03.2010), paragraphs [0025] to [0026] (Family: none)	7–8

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

"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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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

"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)

"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

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"&" document member of the same patent family

"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  
29 June 2015 (29.06.15)

Date of mailing of the international search report  
07 July 2015 (07.07.15)

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/JP2015/060891

## 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 2007-120374 A (Kokusen Denki Co., Ltd.), 17 May 2007 (17.05.2007), fig. 1 (Family: none)	8

## A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(I.P.C.))

Int.Cl. F02P15/08(2006.01)i, F02P3/045(2006.01)i, F02P9/00(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(I.P.C.))

Int.Cl. F02P15/08, F02P3/045, F02P9/00

## 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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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
A	WO 2013/038530 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2013.03.21, 【0003】-【0008】、【0065】-【0071】、【0316】-【0378】 & US 2014/0345565 A1 & EP 2757248 A1 & CN 103782025 A	1-4
X	JP 7-229461 A (阪神エレクトリック株式会社) 1995.08.29, 【0009】-【0010】、【0015】、【0037】-【0038】、【0041】-【0043】、【0071】、【図1】、【図2】 (ファミリーなし)	5-6
Y		7-8

 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

「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」国際出願目前で、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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

29.06.2015

## 国際調査報告の発送日

07.07.2015

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

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)

寺川 ゆりか

3G 3219

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

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 2010-65549 A (三菱自動車工業株式会社) 2010.03.25, 【0025】 - 【0026】 (ファミリーなし)	7-8
Y	JP 2007-120374 A (国産電機株式会社) 2007.05.17, 【図1】 (ファミリーなし)	8