

(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
2014 年 10 月 16 日(16.10.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/168243 A1

- (51) 国際特許分類:
F02P 3/00 (2006.01) *F02P 15/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/060537
- (22) 国際出願日: 2014 年 4 月 11 日(11.04.2014)
- (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 2013-082712 2013 年 4 月 11 日(11.04.2013) JP
特願 2013-197976 2013 年 9 月 25 日(25.09.2013) 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: 近藤 祐樹(KONDOU, Yuuki); 〒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). 石谷 雅宏(ISHITANI, Masahiro); 〒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 寛(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). 杉浦 明光(SUGIURA, Akimitsu); 〒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(TOR-

IYAMA 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). 大野 貴士(OONO, Takashi); 〒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 1 8 番地 4 MY K 四ツ谷 2 階 よつや国際特許事務所 Tokyo (JP).

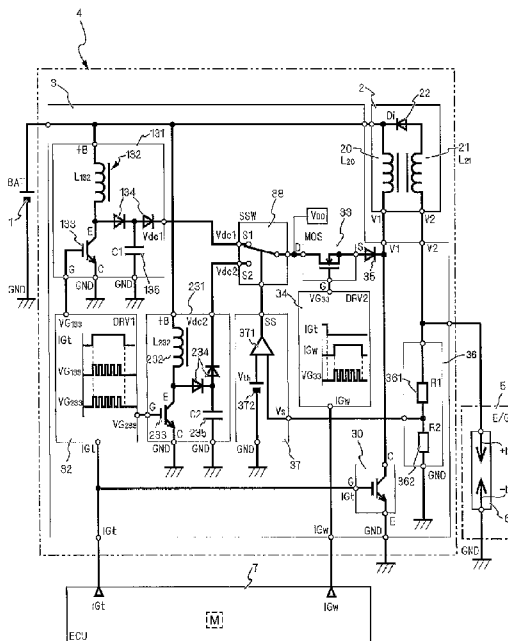
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: IGNITION DEVICE

(54) 発明の名称: 点火装置



(57) Abstract: An ignition device provided with an adjustment unit for adjusting an input level and/or an input timing including whether or not to input auxiliary electrical energy to an ignition coil in a state in which main electrical energy is inputted to a sparkplug by the ignition coil, on the basis of a primary voltage and/or a secondary voltage detected by a voltage detection unit.

(57) 要約: 点火装置は、電圧検出部により検出された一次電圧および二次電圧の内の少なくとも一方に基づいて、点火コイルにより主電気エネルギーが点火プラグに投入されている状態において、点火コイルに対する補助電気エネルギーの投入の有無を含む投入タイミングおよび投入レベルの内の少なくとも一方を調整する調整部を備えている。

WO 2014/168243 A1



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] 本明細書の開示内容は、内燃機関の点火を行う点火装置に関するものである。

背景技術

[0002] 火花点火式の内燃機関にあっては、点火コイル等からなる点火装置によって点火プラグに放電が発せられ、その放電により内燃機関内の燃焼室に導入された燃料が燃焼される。

[0003] この内燃機関の燃焼状態を良好なものにするために、1回の燃焼行程内で点火プラグに放電を複数回生じさせる多重放電型の点火装置が提案されている。

[0004] 特許文献1には、上記多重放電型の点火装置の一例が開示されている。この点火装置では、点火プラグに放電を発生させる点火コイルとして、蓄積用コイルに接続された一次コイルと、点火プラグに接続された二次コイルとが組み合わされた点火コイルが用いられている。

[0005] すなわち、この点火装置は、蓄積用コイルに直列接続された第1のスイッチをオンして蓄積用コイルを充電し、第1のスイッチをオフして蓄積用コイルから放電させる処理を繰り返し行う。そして、点火装置は、蓄積用コイルからの放電時、すなわち、第1のスイッチのオフ時において、一次コイルに直列接続された第2のスイッチをオンして一次コイルを充電させることにより、二次コイルを介して所定方向の電流を点火プラグに流し、蓄積用コイルの充電時、すなわち、第1のスイッチのオン時において、第2のスイッチをオフすることにより、一次コイルの放電により二次コイルを介して前記所定方向とは逆方向の電流を点火プラグに流す処理を繰り返し行う。すなわち、点火装置は、第1および第2のスイッチを交互にオンして点火プラグに異なる方向の電流を交互に流すことにより、該点火プラグを介して多重放電、す

なわち、交流放電を実行している。

[0006] このような構成の多重放電型の点火装置は、例えば特許文献2においても開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2007-211631号公報

特許文献2：特開2011-174471号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 上述したように、上記点火装置は、第1および第2のスイッチを交互にオンして点火プラグに対して異なる方向の電流を交互に流すことにより、該点火プラグを介して多重放電を実行している。このため、第1のスイッチおよび第2のスイッチの一方をオン状態からオフ状態に、他方をオフ状態からオン状態に、それぞれ切り替えるときに、点火プラグに対する電流の供給が中断する。

[0009] このため、例えば燃焼室内に強い気流が発生しているエンジン環境においては、点火プラグからの放電アークは、この電流供給中断時において吹き消えてしまう、いわゆる、吹き消え現象が発生する恐れが生じていた。

[0010] そこで、本明細書に開示された一態様は、上述した問題点を対応する内燃機関の点火装置を提供することを狙いとしている。

[0011] 本明細書に開示された他の態様は、そのような点火装置において、点火プラグからの放電の吹き消えを防止して安定した放電の維持を図ることにより、燃焼室内の燃料を安定して着火させることができる点火装置を提供することを狙いとするものである。

[0012] また、本明細書に開示された他の態様は、点火プラグに対するエネルギー効率の向上および／または点火プラグの放電電極消耗の抑制を図りながら、点火プラグからの放電の吹き消えを防止することができる点火装置を提供する

ことを狙いとするものである。

課題を解決するための手段

[0013] 本明細書に開示された一例示態様に係る点火装置は、直流電源から供給された直流電圧に基づいて、点火プラグを介して内燃機関の燃焼室内の燃料を点火させる点火装置である。この点火装置は、一次コイルおよび二次コイルを有し、前記一次コイルに印加された前記直流電圧を昇圧して前記二次コイルに二次電圧を発生させ、この二次電圧を主電気エネルギーとして前記点火プラグに投入することにより、前記燃焼室内に放電を発生させる点火コイルを備えている。また、点火装置は、前記点火コイルに対し、補助電気エネルギーを投入するための少なくとも1つの補助電源と、前記一次コイルに生じる一次電圧および前記二次電圧の内の少なくとも一方を検出する電圧検出部と、を備えている。さらに、点火装置は、この電圧検出部により検出された前記一次電圧および前記二次電圧の内の少なくとも一方に基づいて、前記点火コイルにより前記主電気エネルギーが前記点火プラグに投入されている状態において、前記点火コイルに対する前記補助電気エネルギーの投入の有無を含む投入タイミングおよび投入レベルの内の少なくとも一方を調整する調整部と、を備えている。

発明の効果

[0014] 前記一例示態様に係る点火装置によれば、電圧検出部により検出された前記一次電圧および前記二次電圧の内の少なくとも一方がフィードバックされ、このフィードバックされた一次電圧および前記二次電圧の内の少なくとも一方に基づいて、点火プラグにおける放電の状態を把握することができる。把握された点火プラグの放電の状態から、前記点火コイルにより前記主電気エネルギーが前記点火プラグに投入されている状態において、前記点火コイルに対する前記補助電気エネルギーの投入の有無を含む投入タイミングおよび投入レベルの内の少なくとも一方が調整部により調整される。すなわち、上記点火装置によれば、把握された点火プラグの放電の状態から、その放電の吹き消えを防止するために必要なレベルの補助電気エネルギーを少なくとも1つ

の補助電源から点火コイルに投入することができる。また、把握された点火プラグの放電の状態から、その放電の吹き消えの可能性が非常に小さいと判断された場合には、点火コイルに対する少なくとも1つの補助電源からの補助電気エネルギーの投入を停止、あるいは遅らすことも可能であり、点火プラグに対するエネルギー効率の向上および／または点火プラグの放電電極消耗の抑制を図ることもできる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本明細書の開示における第1の実施形態に係る内燃機関の点火装置の電氣的構成を概略的に示す図。

[図2]図1に示す点火装置の動作を示すタイミングチャート。

[図3]第1の実施形態に対する比較例に係る点火装置の概略構成を示す図。

[図4]図3に示す点火装置の動作を示すタイミングチャート

[図5]本明細書の開示における第2の実施形態に係る内燃機関の点火装置の電氣的構成を概略的に示す図。

[図6]燃焼室内の気流が弱い第1の状況における、図5に示す点火装置の動作を説明するためのタイミングチャート。

[図7]燃焼室内に強い気流が発生している第2の状況における、図5に示す点火装置の動作を説明するためのタイミングチャート。

[図8]第2の実施形態に対する第1の比較例に係る点火装置の動作を説明するためのタイミングチャート。

[図9]第2の実施形態に対する第2の比較例に係る点火装置の動作を説明するためのタイミングチャート。

[図10A]第1の状況における点火装置の動作に基づく電極消耗抑制効果を示す模式図。

[図10B]第2の状況における点火装置の動作に基づく吹き消え抑制効果を示す模式図。

[図11A]第1の比較例に係る点火装置の動作に起因する電極消耗の問題を示す模式図。

[図11B]第2の比較例に係る点火装置の動作に起因する吹き消えの問題を示す模式図。

[図12]本明細書の開示における第3の実施形態における内燃機関の点火装置の電氣的構成を概略的に示す図。

[図13]図12に示す点火装置の動作を説明するためのタイミングチャート。

[図14]本明細書の開示における第1の実施形態に係る点火装置の特徴、および第2の実施形態に係る点火装置の特徴を併せ持つ点火装置の電氣的構成を示す図。

発明を実施するための形態

[0016] (第1の実施形態)

図1を参照して、本明細書の開示における第1の実施形態に係る点火装置4の概略構成について説明する。

[0017] 前記第1の実施形態に係る点火装置4は、内燃機関5（図1においては概略的に表示）に設けられた点火プラグ6を放電させて、該内燃機関5の燃焼室内の燃料、例えば混合気を点火させる装置であり、図1に示すように、直流電源1と、点火コイル2と、制御回路3とを備えている。

[0018] 点火コイル2は、一次コイル20、二次コイル21、および両コイルに共通のコアから構成されている。一次コイル20は、所定の巻数 N_1 で共通コアに巻回された一次巻線から成る。二次コイル21は、所定の巻数 N_2 で上記コア（共有コア）に巻回され、一次巻線に対して磁氣的に結合された二次巻線から成る。すなわち、一次コイル20および二次コイル21は、所定の巻数比（ $N = N_2 / N_1$ ）を有する昇圧トランスとして構成されている。

[0019] 制御回路3は、直流電源1から点火コイル2への通電と点火コイル2から内燃機関5に設けられた点火プラグ6への放電とを制御する機能を有している。

[0020] このように構成された点火装置4は、点火プラグ6の対向する放電電極間に高い電圧 V_2 を印加して点火プラグ6により放電アークを発生させる。そして、点火装置4は、この点火プラグ6による放電期間中に、点火プラグ6

に対して重畳的に放電維持用の電気エネルギーを投入することにより、点火プラグ6により発生された放電の維持を図ることを特徴とするものであり、燃焼室内の燃料を安定して着火させることを狙いとしている。以下に点火装置4の具体的な構成を説明する。

[0021] 点火装置4において、制御回路3は、少なくとも、点火スイッチ30と、充電用ドライバ32と、第1および第2の補助電源131および231と、放電スイッチ33と、放電用ドライバ34と、整流素子35と、二次電圧検出部36と、切換判定部37と、電源切換スイッチ（SSW）38と、を備えている。なお、第1の実施形態では、切換判定部37、電源切換スイッチ38、放電スイッチ33、および放電用ドライバ34が、点火コイル2に対する第1および第2の補助電源131および231の内の少なくとも一方からの電気エネルギーの投入の有無を含む投入タイミングおよび投入レベルの内の少なくとも一方を調整する調整部を構成する。

[0022] 充電用ドライバ32は、直流電源1に基づいて、第1の補助電源131および第2の補助電源231を充電するための処理を実行するようになっている。

[0023] 放電スイッチ33は、放電用ドライバ34の制御に基づいて、第1の補助電源131あるいは第2の補助電源231から供給され、かつ点火プラグ6の放電維持に用いられる電気エネルギーを制御するように構成されている。

[0024] 整流素子35は、点火コイル2側から放電スイッチ33側への電気エネルギーの逆流を阻止する機能を有している。

[0025] 二次電圧検出部36は、点火コイル2の二次電圧V2をモニタ（検出）する機能を有している。

[0026] 電源切換スイッチ38は、各補助電源131および231と放電スイッチ33との間に配置されており、補助電源131および231の何れか一方と放電スイッチ33とを切換可能に接続する接続部としての機能を有している。

[0027] 切換判定部37は、電源切換スイッチ38を制御することにより、放電ス

イッチ 33 に接続される補助電源を補助電源 131 および 231 の何れか一方に切り替える機能を有している。

[0028] 図 1 に示すように、一次コイル 20 の第 1 の端部は、直流電源 1 の正極に接続されており、放電スイッチ 33 は、整流素子 35 を介して一次コイル 20 の第 2 の端部（第 1 の端部とは反対側）に接続されている。すなわち、電源切換スイッチ 38 によって選択的に切り替えられた第 1 および第 2 の補助電源 131 および 231 の一方から点火コイル 2 へ向かう電気エネルギーは、一次コイル 20 における第 2 の端部を介して一次コイル 20 に供給される。

[0029] なお、第 1 の実施形態においては、複数の補助電源として、2 つの補助電源（第 1 の補助電源 131 と第 2 の補助電源 231）を設けた例を示しているが、本明細書の開示において、補助電源の数は 2 つに限定されるものではなく、2 つ以上であれば良い。

[0030] 直流電源 1 としては、車載バッテリー、交流電源をレギュレータ等によって直流変換した公知の直流安定化電源等を用いることができる。この直流電源 1 は、例えば 12 V、24 V といった一定の直流電圧 + B を出力する。なお、直流電源 1 として、公知の DC-DC コンバータ等によって高い電圧に昇圧した電源を用いても良い。

[0031] 点火コイル 2 は、一次コイル 20 の第 1 の端部および二次コイル 21 の第 1 の端部の間に接続された整流素子 22 を備えている。具体的には、直流電源 1 の正極に接続された一次コイル 20 の第 1 の端部は、整流素子 22 のカソードに接続され、整流素子 22 のアノードは、二次コイル 21 の第 1 の端部に接続されている。この一次コイル 20、二次コイル 21、および整流素子 22 により、いわゆる誘導放電型の昇圧トランスを構成している。なお、点火コイルとしては、このような昇圧トランスを構成する公知の点火コイルを用いることができる。

[0032] 点火コイル 2 の一次コイル 20 の巻数 N_1 と二次コイル 21 の巻数 N_2 との巻数比 $N (= N_2 / N_1)$ により、一次コイル 20 に誘起される一次電圧 V_1 と二次コイル 21 に誘起される二次電圧 V_2 との比である変圧比 $V_2 /$

V 1 は、上記巻数比 N にほぼ等しくなっている。

[0033] 二次コイル 2 1 の第 2 の端部(第 1 の端部と反対側)は、点火プラグ 6 における対向する放電電極の一方に接続されており、点火プラグ 6 における対向する放電電極の他方は、基準電位を表すグランド (GND) に接続されている。以下、対向する放電電極のグランド側を負側グランド側放電電極、そのグランド電極と反対側を正側放電電極とする。

[0034] なお、第 1 の実施形態に開示された点火コイル 2 は、プラグホール内に収容可能とするいわゆるスティック型の点火コイルと、プラグホールの上部に固定されたハウジング内に収容可能とするいわゆるプラグトップ型の点火コイルとのいずれの構成も採用可能である。

[0035] 点火スイッチ 3 0 としては、IGBT、サイリスタ等のパワートランジスタが用いられており、第 1 の実施形態では、例えば IGBT が用いられている。この点火スイッチ 3 0 における入力端子(コレクタ C)は、一次コイル 2 0 の第 2 の端子に接続されている。点火スイッチ 3 0 における出力端子(エミッタ E)は、制御回路 3 の共通の基準電位端子であるグランド端子 (GND) に接続されている。点火スイッチ 3 0 における制御端子(ゲート G)は、充電用ドライバ 3 2 およびコントロールユニット 7 に接続されている。このコントロールユニット 7 として、内燃機関 5 を制御するためのエンジン制御装置 (Engine Control Unit) 7 が用いられている。すなわち、点火スイッチ 3 0 は、内燃機関 5 の運転状況に応じて ECU 7 から発信された点火信号 Igt にしたがって開閉制御される。なお、このコントロールユニット 7 は、ECU 7 とは別個、すなわち、点検装置 7 の制御用として設けられていてもよい。

[0036] 第 1 の補助電源 1 3 1 は、第 1 のチョークコイル 1 3 2、第 1 の充電スイッチ 1 3 3、2 個の第 1 の整流素子 1 3 4、および第 1 のコンデンサ 1 3 5 を備えている。同様に、第 2 の補助電源 2 3 1 は、第 2 のチョークコイル 2 3 2、第 2 の充電スイッチ 2 3 3、2 個の第 2 の整流素子 2 3 4、および第 2 のコンデンサ 2 3 5 を備えている。

- [0037] 第1および第2のチョークコイル132および232、すなわち、第1および第2のエネルギー蓄積用インダクタとしては、例えば、所定のインダクタンス L_{131} および L_{232} （例えば、5～50 μ H）を有するコア付きコイルがそれぞれ用いられている。
- [0038] 第1および第2のコンデンサ135および235としては、例えば、所定のキャパシタンス C_1 および C_2 （例えば、100～1000 μ F）を有するコンデンサが用いられている。
- [0039] 第1、第2の充電スイッチ133、233には、IGBT、MOSFET等のパワートランジスタが用いられており、第1の実施形態では、例えばIGBTが用いられている。
- [0040] 第1の充電スイッチ131において、第1のチョークコイル132の上流側である第1の端部は、直流電源1の正極に接続されており、第1のチョークコイル132の第2の端部（第1の端部とは反対側）は、第1の充電スイッチ133の入力端子（コレクタC）と、直列接続された2個の第1のダイオード134の第1の端部とにそれぞれ接続されている。第1の充電スイッチ133の出力端子（エミッタE）は、制御回路3の共通の基準電位端子であるグランド端子に接続されており、この結果、第1のチョークコイル132の下流側は、第1の充電スイッチ133を介して接地されている。第1の充電スイッチ133の制御端子（ゲートG）には、充電用ドライバ32が接続されている。すなわち、第1のスイッチ133は、直流電源1と第1のチョークコイル132との間の電気経路を開閉自在に構成されている。
- [0041] 直列接続された2個の第1のダイオード134の第2の端部（第1の端部の反対側）は、電源切換スイッチ38に接続されている。直列接続された2個の第1のダイオード134の接続点には、第1のコンデンサ135の一端部が接続されており、この第1のコンデンサ135の他端部は、制御回路3のグランド端子に接続されている。なお、制御回路3のグランド端子は、直流電源1の負極に接続されている。
- [0042] 第2の充電スイッチ231において、第2のチョークコイル232の上流

側である第1の端部は、直流電源1の正極に接続されており、第2のチョークコイル232の第2の端部(第1の端部とは反対側)は、第2の充電スイッチ233の入力端子(コレクタC)と、直列接続された2個の第2のダイオード234の第1の端部とにそれぞれ接続されている。第2の充電スイッチ233の出力端子(エミッタE)は、制御回路3の共通の基準電位端子であるグランド端子(GND)に接続されており、この結果、第2のチョークコイル232の下流側は、第2の充電スイッチ233を介して接地されている。第2の充電スイッチ233の制御端子(ゲートG)には、充電用ドライバ32が接続されている。すなわち、第2のスイッチ233は、直流電源1と第2のチョークコイル232との間の電気経路を開閉自在に構成されている。

[0043] 直列接続された2個の第2のダイオード234の第2の端部(第1の端部の反対側)は、電源切換スイッチ38に接続されている。直列接続された2個の第2のダイオード234の接続点には、第2のコンデンサ235の一端部が接続されており、この第2のコンデンサ235の他端部は、制御回路3のグランド端子に接続されている。

[0044] 充電用ドライバ32は、ECU7に接続されており、このECU7から発信された点火信号I_{gt}にしたがって、所定のデューティサイクル(オンオフ周期)を有するパルス状のゲート電圧 $V_{G_{133}}$ 、 $V_{G_{233}}$ を生成し、このパルス状のゲート電圧 $V_{G_{133}}$ および $V_{G_{233}}$ (以下、第1および第2の充電信号 $V_{G_{133}}$ および $V_{G_{233}}$ とする)により第1、第2の充電スイッチ133および233を開閉駆動(オンオフ駆動)する。

[0045] この充電用ドライバ32としては、ECU7の制御に基づいて第1、第2の充電スイッチ133、233を所定のオンオフ周期で開閉制御できれば、如何なる方法で駆動パルスを発生するものでも良く、チャージポンプ等を含む公知のゲートドライバを適宜用いることができる。

[0046] なお、第1の実施形態においては、1つの充電用ドライバ32によって、第1の充電スイッチ133と第2の充電スイッチ233とを開閉制御するように構成した例を示したが、それぞれの充電スイッチ133、233に個別

の充電用ドライバを設けるようにしても良い。

[0047] 直列接続された2個の整流素子における第1の整流素子134は、第1のコンデンサ135から第1のチョークコイル132又は第1の充電スイッチ133側への逆流を阻止している。同様に、直列接続された2個の整流素子における第2の整流素子234は、第2のコンデンサ235から第2のチョークコイル232又は第2の充電スイッチ233側への逆流を阻止している。

[0048] すなわち、第1の充電スイッチ133の開閉により、直流電源1から第1のチョークコイル132に対して電流の供給およびその遮断が繰り返し替えられ、その供給された電流に基づくエネルギーが第1のコンデンサ135に充電されるようになっている。同様に、第2の充電スイッチ233の開閉により、直流電源1から第2のチョークコイル232に対して電流の供給およびその遮断が繰り返し替えられ、その供給された電流に基づくエネルギーが第2のコンデンサ235に充電されるようになっている。この結果、第1のコンデンサ135には、直流電源1の電圧よりも非常に高い値（例えば、第1の実施形態では、200V、以下、上限電圧とする）に昇圧された電圧 V_{dc1} が充電される。同様に、第2のコンデンサ235に対しても、直流電源1の電圧よりも非常に高い値（例えば、第1の実施形態では、200V、以下、上限電圧とする）に昇圧された電圧 V_{dc2} が充電される。

[0049] 以上述べたように構成された第1および第2の補助電源131および231は、直流電源1の正極および負極の間において並列に接続されている。第1および第2の補助電源131および231それぞれの出力、すなわち、直列接続された第1のダイオード134の第2の端部（ V_{dc1} ）および直列接続された第2のダイオード234の第2の端部（ V_{dc2} ）は、電源切換スイッチ38の第1および第2の入力端子S1およびS2にそれぞれ接続されている。

[0050] 電源切換スイッチ38は、切換判定部37に接続されており、この切換判定部37から送られる切換信号SSにしたがって、第1および第2の入力端

子S 1 およびS 2 のいずれの端子を出力端子に接続するかを切り換える。この切り替えにより、第1 および第2の補助電源1 3 1 および2 3 1 のいずれの補助電源からの電気エネルギーにより放電を行うかを選択する。

[0051] 切換スイッチ3 8の下流側、すなわち、出力側には、放電スイッチ3 3が接続されている。放電スイッチ3 3には、 n -MOSFET、FET等のパワートランジスタが用いられている。第1の実施形態では、例えばFETが用いられている。すなわち、放電スイッチ3 3の入力端子（ドレインD）は、切換スイッチ3 8の出力端子に接続され、放電スイッチ3 3の出力端子（ソースS）は、上述した点火コイル2の一次コイル2 0の第2の端部、すなわち、制御回路3 0のグランド端子に接続された側（以下、マイナス側ともいう）に接続されている。放電スイッチ3 3の制御端子（ゲートG）には、放電用ドライバ3 4が接続されている。

[0052] 放電用ドライバ3 4には、チャージポンプ等を含む公知のゲートドライバを用いることができる。

[0053] 放電用ドライバ3 4は、ECU 7に接続されており、このECU 7から発信されたエネルギー投入期間信号IGWにしたがって、所定のデューティサイクル（オンオフ周期）を有するパルス状のゲート電圧 V_{G3} を生成し、このパルス状のゲート電圧 V_{G3} により放電スイッチ3 3を開閉駆動（オンオフ駆動）する。

[0054] 二次電圧検出部3 6は、点火コイル2における二次コイル2 1の第2の端部に接続されており、二次コイル2 1に誘起される二次電圧V 2を検出する機能を有している。

[0055] 第1の実施形態においては、二次電圧検出部3 6として、抵抗値R 1を有する第1の抵抗3 6 1と抵抗値R 2を有する第2の抵抗3 6 2とが直列接続されて成る分圧回路を用いた例を示しているが、本明細書の開示においては、この分圧回路に限定されるものではなく、他の構成の二次電圧検出部3 6を用いることも可能である。

[0056] すなわち、二次電圧検出部3 6としては、点火コイル2の放電中における

二次電圧 V_2 を検出できる構成を有するものであれば、如何なる構成でもよい。例えば、二次電圧検出部36として、ダイオードやコンデンサを用いた構成、電流センスMOSFETを用いた構成、カレントミラー回路を設け点火プラグ6に流れる二次電流 I_2 を検出して二次電圧 V_2 を算出する構成、等の公知の構成を有する二次電圧検出部を採用することが可能である。

[0057] 二次電圧検出部36における、例えば第1の抵抗361および第2の抵抗362との接続点は、切換判定部37に接続されている。

[0058] 切換判定部37は、二次電圧検出部36により検出されてフィードバックされた二次電圧 V_2 を読み取り、この検出された二次電圧 V_2 と予め保持する所定の閾値電圧 V_{th} との比較を行う。そして、切換判定部37は、二次電圧 V_2 が閾値電圧 V_{th} を超える場合（正確には、二次電圧 V_2 の絶対値が閾値電圧 V_{th} を超える場合）には、点火プラグ6による放電アークの引き延ばしによって一次電圧 V_1 が上昇すると判断されるので、切換信号SSを出力するように構成されている。

[0059] 例えば、切換判定部37は、コンパレータ371と、閾値電圧 V_{th} を出力する電源372とを備えている。このコンパレータ371の第1の入力端子は、電源372の正極に接続され、コンパレータ371の第2の入力端子は、第1の抵抗361および第2の抵抗362との接続点に接続されている。コンパレータ371の出力端子は、切換スイッチ38に接続されており、電源372の負極は、制御回路3のグランド端子に接続されている。すなわち、コンパレータ371は、二次電圧検出部36により検出され、第2の入力端子に送られた二次電圧 V_2 が該電源372の出力電圧（閾値電圧 V_{th} ）よりも高い場合に、切換信号SSを出力するように構成されている。なお、閾値電圧 V_{th} は、第1の補助電源131のみから電気エネルギー投入を点火コイル2に対して行った場合に、筒内気流によって、点火プラグ6による放電アークが引き延ばされて放電が吹き消される吹き消え限界となる電圧とする。

[0060] 具体的な閾値電圧 V_{th} は、例えば、次の手順で予め決定される。すなわ

ち、実際のエンジンや燃焼室を模した圧力容器に点火プラグ6を設けて、点火コイル2を用いて高い二次電圧 V_2 を点火プラグ6に印加することにより、点火プラグ6から放電アークを発生させる。そして、放電アークを発生させた後、第1の補助電源131から点火プラグ6に対して電気エネルギーの投入を行うことにより、点火プラグ6からの放電（放電アーク）の維持を図った状態で、上記圧力容器内に、この放電アークに作用する強い気流を発生させる。この気流により、上記放電アークの吹き消えが生じる時の二次電圧 V_2 を計測することにより、この計測値を閾値電圧 V_{th} に決定することができる。

[0061] そして、第1の実施形態では、二次電圧 V_2 を閾値電圧 V_{th} を超えた時点における、この二次電圧に基づいて推定される一次電圧 $V_1 = V_2 / N$ は、上記第2の補助電源231の第2のコンデンサ235に充電される電圧 V_{dc2} に対して次式に示す関係を有している。

[0062] $V_1 < V_{dc2}$

二次電圧判定部37から切換信号SSが出力されると、切換スイッチ38は、出力端子に対する接続を、入力端子S1から入力端子S2に切り換えるようになっている。

[0063] 切換スイッチ38により、入力端子S2が出力端子に接続されたことにより、第2の補助電源231と放電スイッチ33とが接続された後は、第2の補助電源231から点火コイル2に対して電気エネルギー投入が行われる。このとき、第2の補助電源231から出力される電圧（以下、第2の放電電圧 V_{dc2} とする）は、一次電圧 V_1 より遙かに高い電圧となるように構成されている。このため、点火プラグ6による放電が途切れることなく二次電流の維持を図るのに十分な電気エネルギーを放出することができる。

[0064] なお、第1の実施形態において、一次電圧 V_1 の具体的なピークは、数百ボルト程度となっている例を示している。この点、第1の補助電源131の第1のコンデンサ135から放電される電圧 V_{dc1} （以下、第1の補助電圧 V_{dc1} とする）、第2の補助電源231の第2のコンデンサ235から

放電される電圧（以下、第2の補助電圧 V_{dc2} とする）、一次電圧 V_1 、および二次電圧 V_2 をどの程度の値に設定するかについては、点火コイル2の巻数比 N 、点火プラグ6の放電電極間ギャップ（放電ギャップ）、この点火装置4が適用される内燃機関5の燃焼特性等によって適宜設定されるもの、すなわち、設計事項であり、特定の値に限定されるものではない。

[0065] 第1実施形態に係る点火装置4では、直流電源1からの出力電圧に基づいて、点火コイル2の二次コイル21に発生させた高い二次電圧 V_2 を、内燃機関5の気筒毎に設けられた点火プラグ6の正側放電電極へ印加することにより、点火プラグ6の放電電極間にアーク放電（誘導放電）を発生させる。そして、点火コイル2の二次コイル21からの上記誘導放電中に、点火コイル2の一次コイル20のマイナス側に対し、第1の補助電源131からの電気エネルギー、すなわち、放電維持用の電気エネルギーの導入を、上記直流電源1から直接供給される電気エネルギーと重畳的に行うことにより、点火プラグ6からの放電の維持を図ることが該点火装置4の基本の処理である。

[0066] そして、第1実施形態に係る点火装置4では、二次電圧検出部36によって検出した二次電圧 V_2 が所定の閾値電圧 V_{th} 、すなわち、引き消え限界電圧 V_{th} 、を超えたときに、電源切換スイッチ38によって、第1の補助電源131から点火プラグ6に対して供給される電気エネルギー（第1の補助電圧 V_{dc1} ）を、第2の補助電源231からの電気エネルギー（第2の補助電圧 V_{dc2} ）に切り換える。この切換えにより、点火プラグ6から発生された放電アークの吹き消えを生じさせることなく、点火コイル2の一次コイル20のマイナス側への電気エネルギー投入を維持することが可能となる。

[0067] また、第1実施形態に係る点火装置4では、二次電圧 V_2 を検出して必要と判断された場合のみ、点火コイル2に対して供給される電気エネルギーの供給元を第1の補助電源131から第2の補助電源231に切り替えることが行われる。このため、過剰なエネルギー投入による点火プラグ6の放電電極の消耗を防ぐこともできる。

[0068] なお、制御回路3は、例えば半導体集積回路によって構成することができ

、この制御回路 3 は、必要に応じて、コンデンサ、コイル等を基板に実装することにより構成され、例えば、点火コイル 2 と共に図略のハウジング内に収容して用いることができる。

[0069] 図 2 を参照して、第 1 の実施形態における点火装置 4 の基本的な動作およびその動作に基づく効果について説明する。

[0070] 図 2 において、(a) は、ECU 7 から発信された点火信号 I_{Gt} を、(b) は、エネルギー投入期間信号 I_{Gw} を、(c) は、第 1 の充電スイッチ 133 を開閉駆動する第 1 の充電信号 $V_{G_{133}}$ を、(d) は、第 2 の充電スイッチ 233 を開閉駆動する第 2 の充電信号 $V_{G_{233}}$ を、それぞれ示している。また、図 2 において、(e) は、点火スイッチ 30 の開閉（オンオフ）状態を、(f) は、放電スイッチ 33 の開閉（オンオフ）状態を、(g) は、電源切換スイッチ 38 の切換状態を、(h) は、第 1 の補助電圧 V_{dc1} の変化を、(i) は、第 2 の補助電圧 V_{dc2} の変化を、(j) は、放電スイッチ 33 のドレイン電圧 V_{DD} の変化と一次側発生電圧 V_2/N の変化を重ねたものを、(k) は、二次電圧 V_2 に基づいて推定される、一次コイル 20 に生じる一次電圧 $V_1 = V_2/N$ (N は巻数比) の変化を、(l) は二次電圧 V_2 の変化を、(m) は、二次コイル 21 に流れる二次電流 I_2 の変化をそれぞれ示している。

[0071] なお、第 1 実施形態における図 2 に示すタイミングチャートは、一例であり、かつ対応するパラメータを模式的に示したものであり、パラメータの実際の変化については、例示したタイミングチャートに限定されるものではない。第 1 実施形態以降の他の実施形態についても同様である。

[0072] なお、図 1 に示した一次コイル 20 のマイナス側の位置、すなわち、第 2 の端子側において一次電圧 V_1 自体を検出することも可能である。

[0073] この場合、放電スイッチ 33 がオン且つドレイン電圧 V_{DD} が一次コイル 20 に発生する一次電圧 V_1 よりも高い場合には、この一次コイル 20 の第 2 の端子 T (V_1) の電位は、第 1 および第 2 のコンデンサ 135 および 235 の補助電圧 V_{dc1} および V_{dc2} のいずれかに等しくなる。一方、放電

スイッチ 33 がオン且つ一次コイル 20 に発生する一次電圧 V_1 の方がドレイン電圧 V_{DD} よりも高い場合には、この一次コイル 20 の第 2 の端子 T (V1) の電位は、一次コイル 20 に発生する電圧 V_2 / N (N は巻数比) に等しい値が検出されることになる。

[0074] 第 1 の実施形態では、図 2 の (j) および (k) における点火コイル 2 の一次側発生電圧としては、一次側発生電圧 V_1 自体ではなく、二次電圧 V_2 により決定される値 V_2 / N の変化を示している。

[0075] 図 2 (a) に示すように、ECU 7 から、内燃機関 5 の点火時期に応じた点火信号 I_{Gt} 、例えば点火時期および点火期間に対応するパルス幅を有するパルス信号である点火信号 I_{Gt} が充電用ドライバ 32 および点火スイッチ 30 に対して発信される (時刻 t_1 参照)。すなわち、パルス信号である点火信号 I_{Gt} は、時刻 t_1 にてローレベル (L) からハイレベル (H) に立ち上がる。

[0076] 図 2 (b) に示すように、ECU 7 から、内燃機関 5 の運転状況に応じて、例えば点火信号 I_{Gt} の終了タイミング後において、予め設定した期間に対応するパルス幅を有するエネルギー投入期間信号 I_{Gw} が放電用ドライバ 34 に対して発信される (時刻 t_2 参照)。すなわち、パルス信号であるエネルギー投入期間信号 I_{Gw} は、時刻 t_2 にてローレベル (L) からハイレベル (H) に立ち上がる。

[0077] なお、第 1 の実施形態においては、ECU 7 から送信されるエネルギー投入期間信号 I_{Gw} の立ち上がりタイミングおよびパルス幅、すなわち、第 1 の補助電源 131 からの電気エネルギー投入タイミングおよび投入期間は、例えば内燃機関 5 の運転状況を表す複数のパラメータの値に応じた変数としてマップ M により予め定められている。すなわち、時刻 t_2 における上記パラメータの値に対応するエネルギー投入期間信号 I_{Gw} の立ち上がりタイミングおよびパルス幅がマップ M から ECU 7 により抽出される。そして、この抽出されたエネルギー投入期間信号 I_{Gw} の立ち上がりタイミングおよびパルス幅に基づいて、エネルギー投入期間信号 I_{Gw} が ECU 7 により決定される。

[0078] 図2(c)および(d)に示すように、点火信号 I_{Gt} の立ち上がりに応じて（例えば同期して）、第1および第2のコンデンサ135および235の充電が開始される。すなわち、点火信号 I_{Gt} の立ち上がりに応じて、充電用ドライバ32から、第1および第2の充電信号 $V_{G_{133}}$ および $V_{G_{233}}$ が所定のオンオフ周期で、第1および第2の充電スイッチ133および233に対してそれぞれ出力される。

[0079] この結果、第1および第2の充電スイッチ133および233は、第1および第2の充電信号 $V_{G_{133}}$ および $V_{G_{233}}$ のオンオフ周期に応じてそれぞれ開閉駆動（オンオフ駆動）される。また、図2(c)および(d)に示すように、点火信号 I_{Gt} の立ち下がりに応じて（例えば同期して）、充電用ドライバ32からの第1および第2の充電信号 $V_{G_{133}}$ および $V_{G_{233}}$ の出力が停止される。この結果、第1および第2の充電スイッチ133、233の駆動が停止される。図2(c)および(d)においては、第1および第2の充電信号 $V_{G_{133}}$ および $V_{G_{233}}$ のハイレベルおよびローレベルが、それぞれオンおよびオフに対応している。

[0080] なお、第1および第2のコンデンサ135および235の充電は、必ずしも第1実施形態のように点火信号 I_{Gt} のオン期間に対応させるものに限られるものではない。例えば、エネルギー投入期間信号 I_{Gw} のオン期間（放電期間）に十分なエネルギーを放出できるよう充電を行うことができ、エネルギー投入期間信号 I_{Gw} がオフとなっている期間内であれば、任意の長さの充電信号 I_{Gt} を任意のタイミングで充電用ドライバ32に対して送り、第1および第2のコンデンサ135および235の充電を行うことができる。

[0081] 放電スイッチ33が開（オフ）の状態では、上記点火信号 I_{Gt} に基づく第1および第2の充電スイッチ133および233の開閉駆動（オンオフ駆動）により、図2(h)および(i)に示すように、直流電源1から第1のチョークコイル132に蓄えられた電気エネルギーが、第1のコンデンサ135に繰り返し充電される。この結果、第1および第2の補助電源131および231の第1および第2のコンデンサ135および235に蓄積された第

1 および第2の補助電圧 V_{dc1} および V_{dc2} が昇圧される。

[0082] 一方、図2 (e) に示すように、点火信号 I_{gt} の立ち上がり同期して点火スイッチ30がオン(閉)(時刻 t_1 参照)となり、点火信号 I_{gt} の立ち下がり同期して点火スイッチ30がオフ(開)となる(時刻 t_2 参照)。

[0083] 点火スイッチ30の開(オフ)によって、一次コイル20に流れていた一次電流が遮断されると、図2 (k) に示すように、自己誘導によって一次コイル20に誘導起電力(一次電圧) V_1 が発生し、図2 (l) に示すように、相互誘導作用によって、一次コイル20とコアを共有する二次コイル21に対し、例えば $-20\text{ kV} \sim -50\text{ kV}$ の極めて高い誘導起電力(二次電圧) V_2 が発生する。なお、この二次電圧 V_2 の符号は、直流電源1の正極側を“+”、負極側を“-”とした場合の極性である。

[0084] このとき、二次電圧 V_2 は、一次電圧 V_1 の巻数比($N = N_2 / N_1$)倍となる。

[0085] なお、第1の実施形態を含む後述する実施形態において、二次電圧 V_2 の高低、および／または上下については、特に記載しない限り、二次電圧 V_2 における極性を除いた値、つまり絶対値の高低、および／または上下を示すことにする。例えば、 -50 kV の二次電圧 V_2 のほうが -20 kV の二次電圧 V_2 よりも高く、また、二次電圧 V_2 が -50 kV から -20 kV に変化した場合、これは、二次電圧 V_2 が -50 kV から -20 kV に下降したことを示す。

[0086] このようにして発生した二次電圧 V_2 が点火プラグ6の正側放電電極に印加され、点火プラグ6の放電電極間の放電空間の絶縁耐圧を超えると、点火プラグ6の放電電極間に放電火花および放電アークが発生し、図2 (m) に示すように、二次コイル21を介して瞬間的に大きな二次電流 I_2 が流れる。なお、図2において、二次電流 I_2 の符号は、点火プラグ6の正側放電電極から負側放電電極に流れる方向を正($+I_2$)とし、点火プラグ6の負側放電電極から正側放電電極に流れる方向を負($-I_2$)とする。

- [0087] この点火プラグ6からの放電の開始により二次電圧 V_2 は低下し、それに
応じて一次電圧 V_1 も低下する。
- [0088] このとき、第1の実施形態では、点火プラグ6からの放電開始後、図2（
b）に示すように、放電電流 I_2 が小さくなる所定のタイミング（時刻 t_3
参照）で、エネルギー投入期間信号 I_{Gw} が立ち上がる。
- [0089] 図2（f）に示すように、エネルギー投入期間信号 I_{Gw} の立ち上がりに応
じて（例えば同期して）、放電用ドライバ34により、放電スイッチ33が
開閉駆動（オンオフ駆動）される。
- [0090] 一方、電源切換スイッチ38においては、点火信号 I_{Gt} の立ち上がり
に同期して、図2（g）に示すように、初期状態として、第1の入力端子S1
が出力端子に接続される（時刻 t_1 参照）。このため、第1および第2の充
電スイッチ133および233と点火スイッチ30とがオフの状態で（時刻
 t_2 参照）、放電スイッチ33が開閉駆動（オンオフ駆動）されると、図2
（f）に示すように、第1のコンデンサ135に充電された電圧に基づいて
、第1の補助電源131からの第1の補助電圧 V_{dc1} が点火コイル2にお
ける一次コイル20のマイナス側に印加される。この結果、一次コイル20
に対して一次電流を継続して供給することができる（時刻 t_3 以降参照）。
- [0091] すなわち、放電スイッチ33のオンオフ駆動により、図2（h）に示すよ
うに、第1のコンデンサ135からの放電が周期的に実行され、第1のコン
デンサ135からの第1の補助電圧 V_{dc1} が徐々に低下する。
- [0092] 一次コイル20のマイナス側から印加された第1のコンデンサ135から
の電気エネルギーにより、瞬間的に上昇した後で減少する一次電圧 V_1 を、直
流電圧+Bよりも高いレベルに維持するように変化させ、一次コイル20に
対して一次電流を継続して流すことができる。
- [0093] この結果、一次コイル20および二次コイル21の相互誘導作用によっ
て、一次電圧 V_1 の変化に応じて、図2（l）に示すように、一次電圧 V_1 の
巻数比倍である二次電圧 V_2 を、その低下状態から、放電を維持するレベル
を維持するように変化させることができ、二次電流 I_2 を継続して流すこと

ができる。

すなわち、もし第1の補助電源131からの電気エネルギーが点火コイル2の一次コイル20に印加されない場合、図2（l）に示すように、二次電圧V2は破線に示すように減少する恐れがある。

[0094] しかしながら、第1の実施形態では、第1の補助電源131からの電気エネルギーを、一次コイル20に対して直流電圧+Bと重畳して印加することにより、二次電圧V2を、点火プラグ6よる放電を継続するレベルに維持することができる。

[0095] この結果、図2（m）に示すように、二次電流I2の点火プラグ6に対する供給が維持されるため、点火プラグ6からの放電を維持することができる。

[0096] このとき、第1の実施形態では、点火コイル2における一次コイル20のマイナス側（第2の端部側）から、第1の補助電源131に基づく第1の補助電圧Vdc1を印加させている。このため、点火コイル2における一次コイル20のプラス側（第1の端部側）から電気エネルギーを投入する場合と比べて、投入する電気エネルギーのレベルを低くすることができる。これは、点火コイル2における一次コイル20のプラス側（第1の端部側）から電気エネルギーを投入する場合、直流電源1の直流電圧+Bを超えるレベルの電気エネルギーが必要であるためである。

[0097] 一方、二次電圧検出部36は、点火プラグ6に印加される二次電圧V2をモニタし、このモニタ結果に基づいて、切換判定部37は、モニタされた二次電圧V2が所定の閾値電圧Vthを超えるか否かを判断している。

[0098] このとき、各筒内の燃焼室内を流れる筒内気流によって、対応する点火プラグ6により発生された放電アークが引き延ばされたと仮定する。放電アークが引き延ばされることにより、相対的に放電距離が拡大され、その結果、二次電圧V2が上昇する。

[0099] この二次電圧V2の上昇により、図2（i）に示すように、二次電圧V2が吹消限界を示す所定の閾値電圧Vthを超えると、一次電圧V1が放電ス

スイッチ 33 のドレイン電圧 V_{DD} 、すなわち第 1 の補助電圧 V_{dc1} に近付いていることが切換判定部 37 に把握される。この結果、切換判定部 37 から電源切換スイッチ 38 に対して切換信号 SS が出力される。この切換信号 SS により、図 2 (g) に示すように、電源切換スイッチ 38 において、出力端子に対する接続が第 1 の入力端子 $S1$ から第 2 の入力端子 $S2$ に切換えられる (時刻 $t4$ 参照)。

[0100] なお、第 1 の実施形態においては、上述したように、二次電圧 $V2$ はマイナスの値である。このため、切換判定部 37 において二次電圧 $V2$ を直接用いる (絶対値を取らない) 場合、閾値電圧 V_{th} は負の値であり、二次電圧 $V2$ が閾値 V_{th} をさらに下回ったとき ($-V2 < -V_{th}$ となったとき)、電源切換スイッチ 38 において、出力端子に対する接続が第 1 の入力端子 $S1$ から第 2 の入力端子 $S2$ に切換えられることになる。

[0101] 電源切換スイッチ 38 の切り換えによって、図 2 (j) に示すように、放電スイッチ 33 のドレイン電圧 V_{DD} は、第 1 の補助電圧 V_{dc1} 、すなわち、放電により低下している電圧 V_{dc1} から、それよりも高い第 2 の補助電圧 V_{dc2} に切り換えられることになる。

[0102] すなわち、図 2 (k) および (l) に示すように、放電アークの引き延ばしによって二次電圧 $V2$ が上昇し、これに比例して一次電圧 $V1$ も上昇した結果、図 2 (j) に示すように、一次電圧 $V1$ が第 1 の補助電圧 V_{dc1} に近接したとき、点火コイル 2 の一次コイル 20 に対する放電が第 1 の補助電源 131 から第 2 の補助電源 231 に切り換えられる。

[0103] 二次電圧 $V2$ が閾値電圧 V_{th} を超えた場合、上述したように、第 2 の補助電圧 V_{dc2} は、その超えた時点における一次電圧 $V1$ よりも高くなるように設定されている (図 2 (j) 参照)。このため、放電スイッチ 33 の開閉により、第 2 のコンデンサ 233 に基づく点火プラグ 6 への電気エネルギー供給を、第 2 のコンデンサ 233 から点火プラグ 6 までの放電経路を遮断することなく、継続して行うことができる。

[0104] この結果、図 2 (m) に示すように、長期に亘って二次電流 $I2$ を点火プ

ラグ6に対して供給することにより点火プラグ6から発生される放電アークを維持することができ、燃焼室内の燃料を安定して着火させること、言い換えれば、燃料に基づく火炎核を安定して成長させること、ができる。

[0105] 次いで、第1の実施形態に係る点火装置4に対する比較例として、点火装置4 zの概略構成を図3に示す。また、点火装置4 zの動作を図4に示す。

[0106] なお、比較例の説明において、上記第1の実施形態に記載した構成要素と同一の構成用とについては、同一の符号を付してその説明を省略し、相違する構成要素については、枝番としてzの符号を付し、第1の実施形態との相違点を中心に説明する。

[0107] 図3に示すように、この比較例に係る点火装置4 zにおける制御回路3 zは、第1および第2の補助電源1 3 1および2 3 1ではなく、第1の補助電源1 3 1のみ備えている。したがって、制御回路3 zは、電源切換スイッチ3 8を有しておらず、第1の補助電源1 3 1の出力は、直接、放電スイッチ3 3に接続されている。

[0108] また、制御回路3 zにおいて、充電用ドライバ3 2 zは、所定のデューティサイクル（オンオフ周期）を有するパルス状のゲート電圧（充電信号） $V_{G_{133}}$ を生成し、この充電信号 $V_{G_{133}}$ により第1の充電スイッチ1 3 3を開閉駆動（オンオフ駆動）するようになっている。さらに、制御回路3 zにおいて、二次電圧検出部3 6は省略されている。なお、点火装置4 zにおいて、直列接続された2個の整流素子1 3 4については、どちらか一方のみを用いることも可能である。

[0109] 図4を参照して、上記比較例における点火装置4 zの基本的な動作、および改善点について説明する。

[0110] 図4における（a）、（b）、（c）、（d）、（e）、（f）、（g）、（h）、および（i）は、それぞれ図2における（a）、（b）、（c）、（e）、（f）、（h）、（k）、（l）、および（m）に対応する。なお、図4（c）においては、単に充電信号 $V_{G_{133}}$ であり、図4（f）においては、単に補助電圧 V_{dc} となっている。

[0111] 上述したように、比較例では、第1の補助電源131のみを使用し、第2の補助電源231を設けておらず、充電用ドライバ32zは、第1の補助電源131における第1の充電スイッチ133を開閉駆動する。したがって、以下の比較例では、第1の補助電源131、第1の充電スイッチ133、および第1のコンデンサ135は、単に補助電源133、充電スイッチ133、およびコンデンサ135と記載する。また、第1の補助電圧Vdc1は、単に補助電圧Vdcとする。

[0112] すなわち、比較例では、点火信号IGtにしたがって、点火信号IGtのオン期間中（ハイレベル期間中）に、充電スイッチ133が開閉駆動され、コンデンサ135が高い補助電圧Vdcに充電される（時刻t11～t12参照）。この点火信号IGtの立下りに同期して点火スイッチ30がオフとなると、点火コイル2の二次コイル21に高い二次電圧V2が発生して点火プラグ6に印加される。この結果、点火プラグ6の放電電極間に放電火花および放電アークが発生し、図2（m）に示すように、二次コイル21を介して瞬間的に大きな二次電流I2が流れる（時刻t12参照）。そして、エネルギー投入期間信号IGwの立ち上がり同期して、放電スイッチ33が開閉駆動されると（時刻t13参照）、補助電源131のコンデンサ135から放電された電気エネルギーである補助電圧Vdcが点火プラグ6の一次コイル20のマイナス側から投入される。この結果、二次電圧V2を、点火プラグ6による放電を継続するレベルに維持することができる。上記動作は、第1実施形態に係る点火装置4と同様である。

[0113] ここで、比較例に係る点火装置4zにおいては、制御回路3zは、第2の補助電源231を備えていない。このため、例えば、放電スイッチ33がオフの状態（開状態）において、気筒内、すなわち、燃焼室内に強い気流が発生して、図4（h）に示すように、点火プラグ6による放電アークが引き延ばされて二次電圧V2が上昇する。この二次電圧V2の上昇に比例して、図4（g）に示すように、一次側発生電圧V1の推定値V2/Nも上昇する。

[0114] すると、図4（f）に示すように、放電スイッチ33が開いている間に、

補助電源 131 の補助電圧 V_{dc} よりも、一次側発生電圧 V_2/N の方が高くなる（時刻 t_{14} 参照）。

[0115] このような状態で、放電スイッチ 33 が閉じられても、コンデンサ 133 からの補助電圧 V_{dc1} が一次側発生電圧 V_2/N よりも低いため、補助電源 131 から一次コイル 20 へ一次電流を流すことはできない。

[0116] このため、二次コイル 21 からのエネルギー放出によって、二次電圧 V_2 が低下し、これによって一次電圧 V_1 も低下する。この結果、一次電圧 V_1 が補助電源 131 の補助電圧 V_{dc} よりも低くなるまで、点火コイル 2 に対する補助電源 131 からの電気エネルギーの投入が停止されることになる。

[0117] したがって、再度、補助電源 131 から点火コイル 2 に対して放電可能な状態となったときには、補助電源 131 から点火コイル 2、すなわち、点火プラグ 6 までの放電経路が遮断されるため、放電アークが吹き消されている恐れがある。このため、放電経路が一度遮断された後、再度確立された後において、補助電源 131 からの放電により点火プラグ 6 に投入された電気エネルギーは、放電電極間の再放電のために浪費される。すなわち、この投入電気エネルギーは、火炎の成長には用いられず、失火に至る恐れがある。

[0118] また、図 4（e）に示す A 部の期間では、放電スイッチ 33 の開閉が行われても、補助電源 131 および点火コイル 2、すなわち、点火プラグ 6 間の放電経路が確立されていないため、補助電源 131 からの放電が行われない。

[0119] しかしながら、第 1 の実施形態に係る点火装置 4 は、上述したように、点火コイル 2 の二次コイル 21 に生じる二次電圧 V_2 を検出し、検出した二次電圧 V_2 と閾値電圧 V_{th} とを比較し、この比較結果に基づいて、点火コイル 2 の一次コイル 20 の電圧の状態を推定する。そして、点火装置 4 は、この推定により、現在の第 1 および第 2 の補助電源の一方からの点火コイル 2 の一次コイル 20 への電気エネルギーの投入が継続されないと判断した場合、上記第 1 および第 2 の補助電源の一方から他方へ電気エネルギーの供給元を切り換える。この切換えにより、点火コイル 2 の一次コイル 20 に対して、第

1 および第2の補助電源131および231の他方から継続して電気エネルギーを投入することが可能になる。このように複数の補助電源を切り換えながら電気エネルギーを継続して点火コイル2に供給することにより、長期に亘って二次電流12を点火プラグ6に対して供給し、点火プラグ6から発生される放電アークを維持することができる。この結果、燃焼室内の燃料を安定して着火させること、言い換えれば、燃料に基づく火炎核を安定して成長させること、ができ、点火装置4のロバスト性の向上を向上させることができる。なお、第1実施形態に係る点火装置6は、上記点火コイルに対する電気エネルギーの供給の維持を実現する本明細書の開示の趣旨に反しない範囲内において、適宜変更可能である。

(第2の実施形態)

図5～図11Bを参照して、本明細書の開示における第2の実施形態に係る点火装置4Aの概略構成について説明する。

[0120] なお、第2の実施形態に係る点火装置4Aにおいて、第1実施形態の比較例に係る点火装置4zの構成要素と略同一の構成要素については、同一の符号を付してその説明を省略又は簡略化する。

[0121] 点火装置4Aは、第1実施形態と同様に、燃焼室内に強い気流が発生している状況、希薄燃焼、内燃機関5の経年劣化等によって失火し易い状況等においては、直流電源1からのメインの電気エネルギーに加えて、補助電源131から出力される電気エネルギーを重畳して点火コイル2に投入するように構成されている。この構成により、点火プラグ6による放電の維持を図っている。また、点火装置4Aは、運転状況によって、直流電源1からのメインの電気エネルギーのみで燃焼室内の燃料の着火の維持が可能な場合には、点火コイル2に対する補助電源131からの電気エネルギー投入を停止するように構成されている。この構成により、電力消費を抑制しつつ、点火プラグ6の放電電極消耗の抑制および安定した着火の実現を図っている。

[0122] 上記目的を達成するため、第2の実施形態に係る点火装置4Aは、比較例に係る点火装置4zの構成に加えて、図5に示すように、一次電圧監視部6

0を備えている。

[0123] この一次電圧監視部60は、一次電圧検出回路61と、補助判定回路62と、を備えている。

[0124] 一次電圧検出回路61は、一次コイル20の第2の端部と点火スイッチとの間の電気経路に対して接続されており、点火プラグ6による放電が開始された後に、点火コイル2における一次電圧V1を検出する機能を有している。

[0125] 補助判定回路62は、一次電圧検出回路61により検出されてフィードバックされた一次電圧V1に応じて、第1の補助電源131の駆動の要否を判定する機能を有している。

[0126] すなわち、補助判定回路62は、一次コイル20に生じる一次電圧V1が所定の閾値電圧V_{ref}以下の場合には、補助電源131からの点火コイル2に対する電気エネルギー投入が不要と判定する。一方、一次コイル20に生じる一次電圧V1が所定の閾値V_{ref}を超えている場合には、補助判定回路62は、補助電源131からの点火コイル2に対する電気エネルギー投入が必要と判定し、判定信号J D Gを放電用ドライバ34に対して出力する。

[0127] 具体的には、一次電圧監視部60としては、第1実施形態で説明した切換判定部37の構成、すなわち、公知のコンパレータ等を用いた構成を採用することができる。

[0128] すなわち、第2実施形態に係る放電用ドライバ34は、一次電圧監視部60から送られる判定信号J D G、およびE C U 7から送られるエネルギー投入期間信号I G wに基づいて、補助電源131を駆動させて電気エネルギーを点火コイル2に投入するか否かを判定している。この判定により、エネルギー効率に優れた点火プラグ6による放電制御を実現できる。

[0129] 図6および図10Aを参照して、第1の状況として、燃焼室内の気流が弱い場合における点火装置4Aの動作、および得られる効果等について説明する。

[0130] 図6における(a)は、E C U 7から発信された点火信号I G tを、(b

）は、エネルギー投入期間信号 I_{Gw} を、（c）は、充電スイッチ 133 の開閉（オンオフ）状態を、および（d）は、点火スイッチ 30 の開閉（オンオフ）状態を、それぞれ示している。また、図 6 における（e）は、判定信号 J_{DG} の変化を、（f）は、放電スイッチ 33 の開閉（オンオフ）状態を、（g）は、補助電圧 V_{dc1} の変化を、（h）は、点火プラグ 6 に投入される電気エネルギー E の累積的变化を、（i）は、一次電圧監視部 60 により検出される一次電圧 V_1 の変化を、（j）は、この一次電圧 V_1 により推定される、二次コイル 21 に生じる二次電圧 $V_2 = N V_1$ （ N は巻数比）の変化を、および（k）は、二次コイル 21 に流れる二次電流 I_2 の変化をそれぞれ示している。

[0131] 図 6（a）に示すように、ECU 7 から、内燃機関 5 の点火時期に応じた点火信号 I_{Gt} 、例えば点火時期および点火期間に対応するパルス幅を有するパルス信号である点火信号 I_{Gt} 、が充電用ドライバ 32 および点火スイッチ 30 に対して発信される（時刻 T_0 参照）。

[0132] 図 6（c）に示すように、点火信号 I_{Gt} の立ち上がりに応じて（例えば同期して）、コンデンサ 135 の充電を行うべく、充電用ドライバ 32 から、充電信号 $V_{G_{133}}$ が所定のパルス周期で充電スイッチ 133 に対して出力される。この結果、充電スイッチ 133 は、充電信号 $V_{G_{133}}$ オンオフ周期に応じて開閉駆動（オンオフ駆動）される（図 6（c）参照）。

[0133] 放電スイッチ 33 が開（オフ）の状態では、上記点火信号 I_{Gt} に基づく充電スイッチ 133 の開閉駆動（オンオフ駆動）により、図 6（g）に示すように、直流電源 1 からチョークコイル 132 に蓄えられた電気エネルギーが、コンデンサ 135 に繰り返し充電される。この結果、補助電源 131 の補助電圧 V_{dc1} および V_{dc2} が上限電圧（例えば、200V）まで昇圧される。すなわち、第 1 および第 2 の補助電源 131 および 231 は、それぞれ DC コンバータ（昇圧コンバータ）として機能する。

[0134] また、点火信号 I_{Gt} の立ち上がり同期して点火スイッチ 30 がオン（閉）（時刻 T_0 参照）となり、点火信号 I_{Gt} の立ち下がり同期して点火ス

ッチ30がオフ（開）となる（時刻T1参照）。

[0135] 点火スイッチ30の開（オフ）によって、一次コイル20に流れていた一次電流が遮断されると、図6（i）に示すように、自己誘導によって一次コイル20に誘導起電力（一次電圧） V_1 が発生し、図6（j）に示すように、相互誘導作用によって、一次コイル20とコアを共有する二次コイル21に対し、例えば $-20\text{ kV} \sim -50\text{ kV}$ の極めて高い誘導起電力（二次電圧） V_2 が発生する。このとき、二次電圧 V_2 は、一次電圧 V_1 の巻数比（ $N = N_2 / N_1$ ）倍となる。

[0136] このようにして発生した二次電圧 V_2 が点火プラグ6の正側放電電極に印加され、点火プラグ6の放電電極間の放電空間の絶縁耐圧を超えると、点火プラグ6の放電電極間に放電火花および放電アークが発生し、図6（k）に示すように、二次コイル21を介して瞬間的に大きな二次電流 I_2 が流れる。

[0137] この点火プラグ6からの放電の開始により、二次電圧 V_2 は低下し、それに応じて、二次電圧 V_2 の巻数比 N 分の1である一次電圧 V_1 は、一気に低下する。

[0138] しかしながら、燃焼室内の気流による点火プラグ6により生じた放電アークの伸びに応じて二次電圧 V_2 が上昇し、この結果、一次電圧 V_1 も、その二次電圧 V_2 の上昇に応じて徐々に上昇する（図6（i）参照）。

[0139] 一方、第1実施形態と同様に、図6（b）に示すように、ECU7から、予め用意されたマップMに従って、内燃機関5の運転状況に応じて、例えば点火信号 I_{Gt} の終了タイミング後において、予め設定した期間に対応するパルス幅（以下、エネルギー投入予定期間 T_{wP} とする）を有するエネルギー投入期間信号 I_{Gw} が放電用ドライバ34に対して発信される（時刻T2参照）。

[0140] この点において、実際の内燃機関5における点火処理においては、点火装置4A自体のバラツキ、その経年劣化、その使用環境の違い等の点火装置4A間の固体差により、予め用意されたマップMに従って点火コイル2に対し

て電気エネルギーを補助電源 131 から投入する必要がない場合もある。

[0141] 例えば、図 10A に示すように、燃焼室内の気流（筒内気流）が弱い場合には、直流電源 1 からメインの電気エネルギーのみを点火プラグ 6 に投入して、点火プラグ 6 により放電アーク（ARC）を発生させても、放電アークが引き延ばされることがない。なお、フィードバックされた一次電圧 V_1 の検出結果が符号 F/B で表され、また、加熱された燃料、例えば混合気に基づく火炎核が符号 FLK で示されている。したがって、放電開始後の二次電圧 V_2 の上昇が緩やかであり、二次電圧 V_2 の巻数比 N 分の 1 に相当する一次電圧 V_1 の上昇も緩やかとなる。このため、燃焼室内の火炎核 FLK が吹き消えに至る可能性は少ないと判断できる。そこで、補助電源 131 からの点火コイル 2 への電気エネルギー投入を遅らせ、短期間だけ電気エネルギー投入を実施するようにしても、燃料に対する安定した着火が可能であると判断できる。

[0142] このような第 1 の状況における点火装置 4A の動作について、さらに順を追って詳細に説明する。

[0143] 一次電圧監視部 6 によって、点火プラグ 6 による放電開始後における一次コイル 41 に誘起された一次電圧 V_1 がモニタされている。

[0144] このとき、上述したように、二次電圧 V_2 の変化と一次電圧 V_1 の変化との間には相関がある。このため、一次電圧 V_1 の変化をモニタすることにより、二次電圧 V_2 の変化を予測できる。

[0145] 図 6 (i) に示すように、一次電圧検出回路 61 によりモニタされた一次電圧 V_1 が所定の閾値電圧 V_{ref} に到達するまでは、エネルギー投入期間信号 I_{Gw} がハイレベルであるにも関わらず、補助判定回路 62 により、補助電源 131 からの点火コイル 2 に対する電気エネルギー投入が不要と判定される。この結果、点火プラグ 6 による放電は、通常の放電状態、すなわち、直流電源 (1) から供給された直流電源 + B に基づく放電状態、が維持される。

[0146] 一方、図 6 (e) に示すように、放電開始後、一次電圧検出回路 61 によ

リモニタされた一次電圧 V_1 が所定の閾値電圧 V_{ref} を超えると、補助判定回路 62 から判定信号 JDG が放電用ドライバ 34 に送信される。言い換えれば、補助判定回路 62 から放電用ドライバ 34 に送信される判定信号 JDG のレベルがオフレベルからオンレベルに変化する（時刻 T_3 参照）。この結果、図 6（f）に示すように、放電スイッチ 33 は、エネルギー投入期間 T_{wA} の間、放電用ドライバ 34 により所定のデューティサイクル（オンオフ周期）で開閉駆動される。なお、このエネルギー投入期間 T_{wA} は、例えば投入タイミング（時刻 T_3 ）およびエネルギー投入予定期間 T_{wP} の立下りタイミングにより求められる。

[0147] 放電スイッチ 33 の開閉により、図 6（g）に示すように、コンデンサ 135 に充電された電圧に基づいて、補助電源 131 からの補助電圧 V_{dc} が点火コイル 2 における一次コイル 20 のマイナス側に印加される。すなわち、一次コイル 20 に対して直流電源 1 からの直流電源 + B に加えて、補助電圧 V_{dc} を重畳して投入することができる。この結果、一次コイル 20 に対して一次電流を継続して供給することができ（時刻 T_3 以降参照）、この一次電流に基づいて二次電流 I_2 を継続して流すことができる。なお、放電開始後、一次電圧 V_1 の波形は、0 V および補助電圧 V_{dc} の間でパルス状に変化する。これは、放電スイッチ 33 のオン時には、一次電圧 V_1 は、補助電圧 V_{dc} となり、放電スイッチ 33 のオフ時には、点火スイッチ 30 の寄生ダイオードを介した放電により減少するためである。

[0148] この結果、図 6（i）に示すように、一次電圧 V_1 が閾値 V_{ref} を超えても、点火プラグ 6 に対する二次電流 I_2 の投入により、放電電圧、すなわち、二次電圧 V_2 の上昇は抑えられる。この結果、図 6（j）および図 6（k）に示すように、点火プラグ 6 により発生されている放電アークが途切れることなく維持される。

[0149] 以上述べたように、第 2 の実施形態に係る点火装置 4 A は、燃焼室内の気流が弱い第 1 の状況下においては、予め設定したエネルギー投入予定期間 T_{wP} よりも、実際に点火コイル 2 に対するエネルギー投入期間 T_{wA} を短縮する

ことができる。この結果、点火プラグ6における電力消費を抑制することができる。この電力消費抑制により、直流電源10の負担を減少させ、エネルギー効率を向上させることができる。

[0150] また、点火プラグ6に対する過剰な電気エネルギーの投入を阻止できるため、点火プラグ6の放電電極消耗を抑制することもできる。

[0151] 次いで、図7および図10Bを参照して、第2の状況として、燃焼室内に強い気流が発生している場合における点火装置4Aの動作、および得られる効果等について説明する。

[0152] なお、第2の状況化における点火装置4Aの動作において、第1の状況化における動作と同様のものについては、説明を省略し、特徴的な異なる動作について説明する。

[0153] なお、図7における(a)～(k)に示されたパラメータについては、対応する図6における(a)～(k)に示されたパラメータと同一である。

[0154] 燃焼室内に強い気流が発生している場合、図10Bに示すように、点火プラグ6により発生した放電アークが引き延ばされる。このため、二次電圧V2が早期に上昇する。

[0155] このとき、上述したように、二次電圧V2の変化と一次電圧V1の変化との間には相関がある。このため、一次電圧V1の変化をモニタすることにより、二次電圧V2の変化、すなわち、点火プラグ6により生じた放電の吹き消えを予測することができる。

[0156] すなわち、図7(i)に示すように、放電開始後、一次電圧検出回路61によりモニタされた一次電圧V1が早期に所定の閾値電圧V_{ref}を超える場合には、図7(b)、図7(e)、および図7(f)に示すように、エネルギー投入期間信号IGWがローレベルであるにも関わらず、補助判定回路62から判定信号JDGが放電用ドライバ34に送信される。言い換えれば、補助判定回路62から放電用ドライバ34に送信される判定信号JDGのレベルがオフレベルからオンレベルに変化する(時刻T3A参照)。このオンレベルの判定信号JDGにより、図7(f)に示すように、放電スイッチ3

3は、放電用ドライバ34により所定のデューティサイクル（オンオフ周期）で開閉駆動される。なお、このエネルギー投入期間 T_{wA} は、時刻 T_{3A} およびエネルギー投入予定期間 T_{wP} により求められる。

[0157] 放電スイッチ33の開閉により、図7（g）に示すように、コンデンサ135に充電された電圧に基づいて、補助電源131からの補助電圧 V_{dc} が点火コイル2における一次コイル20のマイナス側に印加される。すなわち、一次コイル20に対する、直流電源1からの直流電源+ Bおよび補助電圧 V_{dc} の重畳投入を早期に実施することができる。この結果、図7（i）に示すように、一次電圧 V_1 が早期に上昇して閾値電圧 V_{ref} を超えても（時刻 T_{3A} 参照）、図7（k）に示すように、二次電流 I_2 を継続して流すことができる。この結果、図7（j）および図7（k）に示すように、点火プラグ6により発生されている放電アークが途切れることなく維持される。

[0158] 以上述べたように、第2の実施形態に係る点火装置4Aは、燃焼室内に強い気流が発生している第2の状況下においては、図10Bに示すように、強い筒内気流が作用して放電アークが長く引き延ばされた場合でも、補助電源131から十分な電気エネルギーを点火プラグ6に供給することができる。この結果、筒内気流による放電アークの吹き消しを防止して、燃焼室内の燃料の安定した着火を実現することができる。

[0159] 次いで、第2の実施形態に係る点火装置4Aに対する第1の比較例に係る点火装置の動作について、図8および図11Aを参照して説明する。なお、第1の比較例に係る点火装置は、第2の実施形態に係る点火装置4Aと以下の点において異なる。すなわち、第1の比較例に係る点火装置は、一次電圧監視部60による一次電圧 V_1 の監視結果を放電用ドライバ34に対してフィードバックさせず、燃焼室内に強い気流が発生していない状態で、点火プラグ6による放電開始直後から補助電源131を駆動し続けるように構成されている。

[0160] 第1の比較例に係る点火装置の動作において、第1の状況化における点火装置4Aの動作と同様のものについては、説明を省略し、特徴的な異なる動

作について説明する。

[0161] なお、図8における(a)～(k)に示されたパラメータについては、対応する図6における(a)～(k)に示されたパラメータと同一である。

[0162] 第1の比較例においては、図8(e)に示すように、判定信号J D Gが強制的にオンレベルに維持されている。このため、図8(i)に示すように、点火プラグ6による放電開始後、一次電圧V 1が、放電の吹き消えが発生すると推定される閾値電圧V r e fを超えていないにも関わらず、補助電源131から電気エネルギーが点火コイル2に投入される(時刻T 2 A参照)。したがって、図11Aに示すように、点火プラグ6により過剰な放電が維持され続けることになり、この過剰放電により点火プラグ6の放電電極の消耗を引き起こす恐れが生じる。

[0163] この点、例えば、直流電源1からの電源電圧を監視して、点火プラグ6に引加される電圧を平均化する方法を採用することも可能である。この場合、点火プラグ6に発生された放電の維持が困難な状況では、放電維持を図る効果が期待できる。しかしながら、上述した燃焼室内に強い気流が発生していない状況化、すなわち、燃料が着火しやすい状況下においては、上記方法は、点火プラグ6に対する過剰な電気エネルギー投入による電極消耗を引き起こす恐れが生じる。

[0164] 次いで、第2の実施形態に係る点火装置4 Aに対する第2の比較例に係る点火装置の動作について、図9および図11Bを参照して説明する。なお、第2の比較例に係る点火装置は、第2の実施形態に係る点火装置4 Aと以下の点において異なる。すなわち、第2の比較例に係る点火装置は、補助電源131を強制的に停止した状態で燃焼室内に強い気流が発生している状況下において、点火プラグ6による点火試験を行っている。図9は、この点火試験における第2の比較例に係る点火装置の動作を示すものである。

[0165] 第2の比較例に係る点火装置の動作において、第2の状況化における点火装置4 Aの動作と同様のものについては、説明を省略し、特徴的な異なる動作について説明する。

- [0166] なお、図9における(a)～(k)に示されたパラメータについては、対応する図7における(a)～(k)に示されたパラメータと同一である。
- [0167] 第2の比較例においては、図9(e)に示すように、判定信号J D Gが強制的にオフレベルに維持されている。このため、一次電圧監視部60による一次電圧V1の監視結果が放電用ドライバ34に対してフィードバックされないようになっている。
- [0168] この第2の比較例に係る点火装置においては、点火信号I G tに基づく充電スイッチ133の開閉駆動により、点火プラグ6の二次コイル21において高い二次電圧V2が発生する。この二次電圧V2は、点火プラグ6に印加されるため、第2実施形態と同様に、点火プラグ6の放電電極間に放電アークを発生させることができる。
- [0169] しかしながら、第2の比較例2においては、補助電源131の駆動が強制的に停止されているため、燃焼室内に強い気流が発生していると、図11Bに示すように、放電アークが引き延ばされる。放電アークが引き延ばされることにより、相対的に放電距離が拡大され、その結果、二次電圧V2が上昇する。この二次電圧V2の上昇により一次電圧V1が閾値電圧V r e fを超えると、点火プラグ6による放電の維持が困難にある。この結果、図9(j)、図9(k)、および図11Bに示すように、放電アークが引きちぎられて吹き消えてしまう。
- [0170] この吹き消えの発生により、瞬間的に二次電流I2が流れなくなり、あたかも、スイッチングによる二次電流I2の供給遮断が実行された状態を引き起こし、点火プラグ6において擬似的な再放電が開始される。
- [0171] このため、点火プラグ6に供給される電気エネルギーが、点火プラグ6における放電電極間の放電空間の絶縁破壊に消費されてしまう。すなわち、この供給電気エネルギーは火炎成長に用いられず、火炎核F L Kが吹き消され、失火にいたる恐れがある。
- [0172] しかしながら、第2の実施形態に係る点火装置4Aは、燃焼室内の気流が弱い第1の状況下においては、点火プラグ6における電力消費を抑制するこ

とにより、エネルギー効率の向上および点火プラグ6の放電電極消耗の抑制を実現できる。さらに、第2の実施形態に係る点火装置4Aは、燃焼室内に強い気流が発生している第2の状況下においては、筒内気流による放電アークの吹き消しを防止して、燃焼室内の燃料の安定した着火を実現できる。

[0173] このため、第2の実施形態に係る点火装置4Aは、第1および第2の比較例と比べて、上記優れた効果を得ることができる。

(第3の実施形態)

図12～図13を参照して、本明細書の開示における第3の実施形態に係る点火装置4Bの概略構成について説明する。

[0174] なお、第3の実施形態に係る点火装置4Bにおいて、第2実施形態に係る点火装置4Aの構成要素と略同一の構成要素については、同一の符号を付してその説明を省略又は簡略化する。

[0175] 第2の実施形態に係る点火装置4Aにおいては、内燃機関5の運転状況に応じて、標準的なエネルギー投入予定期間 T_{wP} および投入タイミングを含むエネルギー投入期間信号 I_{Gw} が決定されている。そして、点火装置4Aは、実際の一次電圧 V_1 をモニタした結果と閾値電圧 V_{ref} とを比較する。この比較結果、および上記決定されたエネルギー投入期間信号 I_{Gw} に基づいて、点火装置4Aは、補助電源131の実際の駆動タイミングおよび駆動期間、すなわち、点火コイル2に対する実際のエネルギー投入期間 T_{wA} および投入タイミングを決定するように構成されている。この構成により、燃焼室内の燃料の着火性向上、点火装置4Aの省電力、および点火プラグ6の耐久性向上をそれぞれ実現可能としている。

[0176] 一方、第3の実施形態に係る点火装置4Bは、エネルギー投入期間信号 I_{Gw} を用いることなく、補助電源131の実際の駆動タイミングおよび駆動期間、すなわち、点火コイル2に対する実際のエネルギー投入タイミングおよび投入期間 T_{wA} および投入タイミングを決定するように構成されている。

[0177] すなわち、図12に示すように、点火装置4Bにおいては、ECU7と放電用ドライバ34との間の接続ラインが省略されている。なお、点火装置4

Bにおける上記点以外の構成については、点火装置4 Aの構成と略同様である。

[0178] すなわち一次電圧監視部6 0の一次電圧検出回路6 1は、点火コイル4の一次電圧V 1と閾値電圧V r e fとを比較する。そして、その比較結果に応じて、一次電圧V 1が閾値電圧V r e fを超えている場合には、補助判定回路6 2は、補助電源1 3 1からの点火コイル2に対する電気エネルギー投入が必要と判定し、判定信号J D Gを放電用ドライバ3 4に対して出力する。このとき、放電用ドライバ3 4は、判定信号J D Gを直接的に、放電スイッチ3 3の駆動タイミングおよび駆動期間を決定するための信号として利用している。

[0179] 図1 3は、第2の状況化における点火装置4 Bの動作を示す図である。なお、図1 3における(a)、(c)～(k)に示されたパラメータについては、対応する図7における(a)、(c)～(k)に示されたパラメータと同一である。

[0180] 図1 3における(a)、(c)～(k)に示されたパラメータの変化は、対応する図7における(a)、(c)～(k)に示されたパラメータの変化と略同一である。したがって、第3の実施形態に係る点火装置4 Bも、第2実施形態に係る点火装置4 Aによる上述した点火制御と略同様の点火制御を実行することができる。このため、第3の実施形態に係る点火装置4 Bは、第2実施形態に係る点火装置4 Aにより得られた効果と略同様の効果を得ることができる。

[0181] なお、第3実施形態に係る点火装置4 Bは、判定信号J D Gのみを用いて、点火コイル2に対する補助電源1 3 1からのエネルギー投入タイミングおよび投入期間を決定している。このため、点火装置4 Bは、放電スイッチ3 3等のチャタリングを考慮する必要がある。

[0182] これに対し、第2実施形態に係る点火装置4 Aは、エネルギー投入期間信号I G wと要否判定信号J D Gとを組み合わせて点火コイル2に対する補助電源1 3 1からのエネルギー投入タイミングおよび投入期間を決定している。こ

のため、放電スイッチ 33 等のチャタリングの影響を抑制し、一層信頼性の高い燃料の着火を実現できる。

[0183] なお、本明細書の開示内容は、上述した第 1 ～ 第 3 の実施形態に限定されるものではなく、上記第 1 ～ 第 3 の実施形態は、本明細書の開示内容の範囲内において、適宜、変更することが可能である。

[0184] 第 1 の実施形態に係る点火装置 4 は、第 2 実施形態と同様に、二次電圧検出部 36 により検出された二次電圧 V_2 と閾値電圧 V_{ref1} との比較結果に基づいて、補助電源 131 の実際の駆動タイミングおよび駆動期間、すなわち、点火コイル 2 に対する実際のエネルギー投入期間 T_{WA} および投入タイミングを決定することも可能である。この場合、閾値電圧 V_{ref1} は、一次電圧 V_1 に対応する閾値電圧 V_{ref} を二次電圧 V_2 に応じた値に設定すればよい。

[0185] 第 1 の実施形態に係る点火装置 4 の特徴と第 2 の実施形態に係る点火装置 4A の特徴とを組み合わせることも可能である。図 14 は、この組み合わせにより構成された点火装置 4C の概略構成を示す図である。

[0186] すなわち、図 14 に示す点火装置 4C は、図 1 に示す点火装置 4 の構成に加えて、一次コイル 20 の第 2 の端部と点火スイッチとの間の電気経路に対して接続された一次電圧検出回路 61 を備えている。

[0187] このように構成された点火装置 4C は、第 1 実施形態に係る補助電源切換え処理、および第 2 実施形態に係る補助電源駆動制御処理を実行する。補助電源切換え処理は、検出された二次電圧 V_2 と閾値電圧 V_{th} との比較結果に基づいて、現在の第 1 および第 2 の補助電源の一方からの点火コイル 2 の一次コイル 20 への電気エネルギーの投入が継続されないと判断した場合、上記第 1 および第 2 の補助電源の一方から他方へ電気エネルギーの供給元を切り換える処理である。また、補助電源駆動制御処理は、モニタされた一次電圧 V_1 と閾値電圧 V_{ref} との比較結果に基づいて、補助電源 131 の実際の駆動タイミングおよび駆動期間を決定する処理である。

[0188] 第 1 実施形態に係る点火装置 4 は、検出された二次電圧 V_2 と閾値電圧 V

t hとの比較結果に基づいて、現在の第1および第2の補助電源の一方からの点火コイル2の一次コイル20への電気エネルギーの投入が継続されないと判断した場合、上記第1および第2の補助電源の一方から他方へ電気エネルギーの供給元を切り換えている。しかしながら、本明細書の開示内容は、この構成に限定されるものではない。

[0189] すなわち、第1実施形態の点火装置4における電源切換スイッチ38は、切換信号SSが出力された際に、その出力端子に対する接続を第1の入力端子S1から第2の入力端子S2に切換えている。この趣旨は、切換信号SSが出力された際、つまり、第1の補助電源131から点火コイル2の一次コイル20へ投入される電気エネルギーのレベル(Vdc1)が一次電圧V1を下回ると判断した場合、一次コイル20へ投入する電気エネルギーのレベルを、一次電圧V1を超えているレベルであるVdc2に切り換えることである。したがって、この趣旨を満足するものであれば、複数の補助電源間の切換えに限定されるものではない。

請求の範囲

[請求項1] 直流電源（１）から供給された直流電圧に基づいて、点火プラグ（６）を介して内燃機関（５）の燃焼室内の燃料を点火させる点火装置（４、４Ａ、４Ｂ）であって、

一次コイル（２０）および二次コイル（２１）を有し、前記一次コイル（２０）に印加された前記直流電圧を昇圧して前記二次コイル（２１）に二次電圧を発生させ、この二次電圧を主電気エネルギーとして前記点火プラグ（６）に投入することにより、前記燃焼室内に放電を発生させる点火コイル（２）と、

前記点火コイル（２）に対し、補助電気エネルギーを投入するための少なくとも１つの補助電源（１３１、２３１）と、

前記一次コイル（２０）に生じる一次電圧および前記二次電圧の内の少なくとも一方を検出する電圧検出部（３６、６１）と、

この電圧検出部（３６、６１）により検出された前記一次電圧および前記二次電圧の内の少なくとも一方に基づいて、前記点火コイル（２）により前記主電気エネルギーが前記点火プラグ（６）に投入されている状態において、前記点火コイル（２）に対する前記補助電気エネルギーの投入の有無を含む投入タイミングおよび投入レベルの内の少なくとも一方を調整する調整部（３７、３８、６２、３３、３４）と、を備えたことを特徴とする点火装置。

[請求項2] 前記補助電源は、前記補助電気エネルギーとして第１および第２の補助電気エネルギーを出力する第１および第２の補助電源（１３１、２３１）を少なくとも有しており、

前記調整部は、

前記点火コイル（２）による前記点火プラグ（６）への前記二次電圧の投入開始に応じて、前記第１の補助電源（１３１）を前記点火コイル（２）に接続することにより前記第１の補助電気エネルギーを前記点火コイル（２）に投入する接続部（３８）と、

前記電圧検出部（３６）により検出された前記二次電圧と第１の閾値電圧（ V_{th} ）とを比較し、この比較結果に基づいて、前記接続部（３８）を介して前記点火コイル（２）に接続されている前記第１の補助電源（１３１）を前記第２の補助電源（２３１）に切り換えるかを判定する判定部（３７）と、
を備えたことを特徴とする請求項１記載の点火装置。

[請求項３] 前記判定部（３７）は、前記電圧検出部（３６）により検出された前記二次電圧が前記第１の閾値電圧（ V_{th} ）よりも高くなることが前記比較結果として得られた場合に、前記第１の補助電源から出力された前記第１の補助電気エネルギーのレベルが減少して前記一次電圧に近付いたことを把握し、前記接続部（３８）を介して前記点火コイル（２）に接続されている前記第１の補助電源（１３１）を前記第２の補助電源（２３１）に切り換えることにより、前記第１の補助電気エネルギーの現在のレベルよりも高いレベルの前記第２の補助電気エネルギーを前記点火コイル（２）に対して投入することを特徴とする請求項２記載の点火装置。

[請求項４] 前記調整部は、
前記電圧検出部（３６）により検出された前記一次電圧および二次電圧の内の少なくとも一方と第２の閾値電圧（ V_{ref} 、 V_{ref1} ）とを比較し、この比較結果に基づいて、前記点火コイル（２）に対する前記補助電気エネルギーの投入の有無を含む投入タイミング、および投入期間を決定する決定部（６２）を備えたことを特徴とする請求項１記載の点火装置。

[請求項５] 前記決定部（６２）は、前記電圧検出部（３６）により検出された前記一次電圧および二次電圧の内の少なくとも一方が前記第２の閾値電圧（ V_{ref} 、 V_{ref1} ）以下の場合には、前記点火コイル（２）に対する前記補助電気エネルギーの投入を不要と判断し、前記電圧検出部（３６）により検出された前記一次電圧および二次電圧の内の少

なくとも一方が前記第2の閾値電圧 (V_{ref} 、 V_{ref1}) より高い場合には、前記点火コイル (2) に対する前記補助電気エネルギーの投入を必要と判断することを特徴とする請求項4記載の点火装置。

[請求項6] 前記少なくとも1つの補助電源 (131、231) は、前記直流電源 (1) に接続されたインダクタ (132、232) と、このインダクタ (132、232) と前記直流電源 (1) との間の電気経路を開閉自在なスイッチ (133、233) と、前記インダクタに接続されたコンデンサ (135、235) と、前記スイッチを所定の周期でオンオフすることにより、前記インダクタを介して前記コンデンサを充電するドライバ (32) と、を備えたことを特徴とする請求項1記載の点火装置。

[請求項7] 前記調整部は、前記内燃機関の運転状況に応じて予め設定された、前記補助電気エネルギーの投入予定タイミングおよび投入予定期間 (T_{wp}) を含むエネルギー投入期間信号 (I_{Gw}) に基づいて、前記少なくとも1つの補助電源 (131、231) を駆動するための駆動部 (34) と、

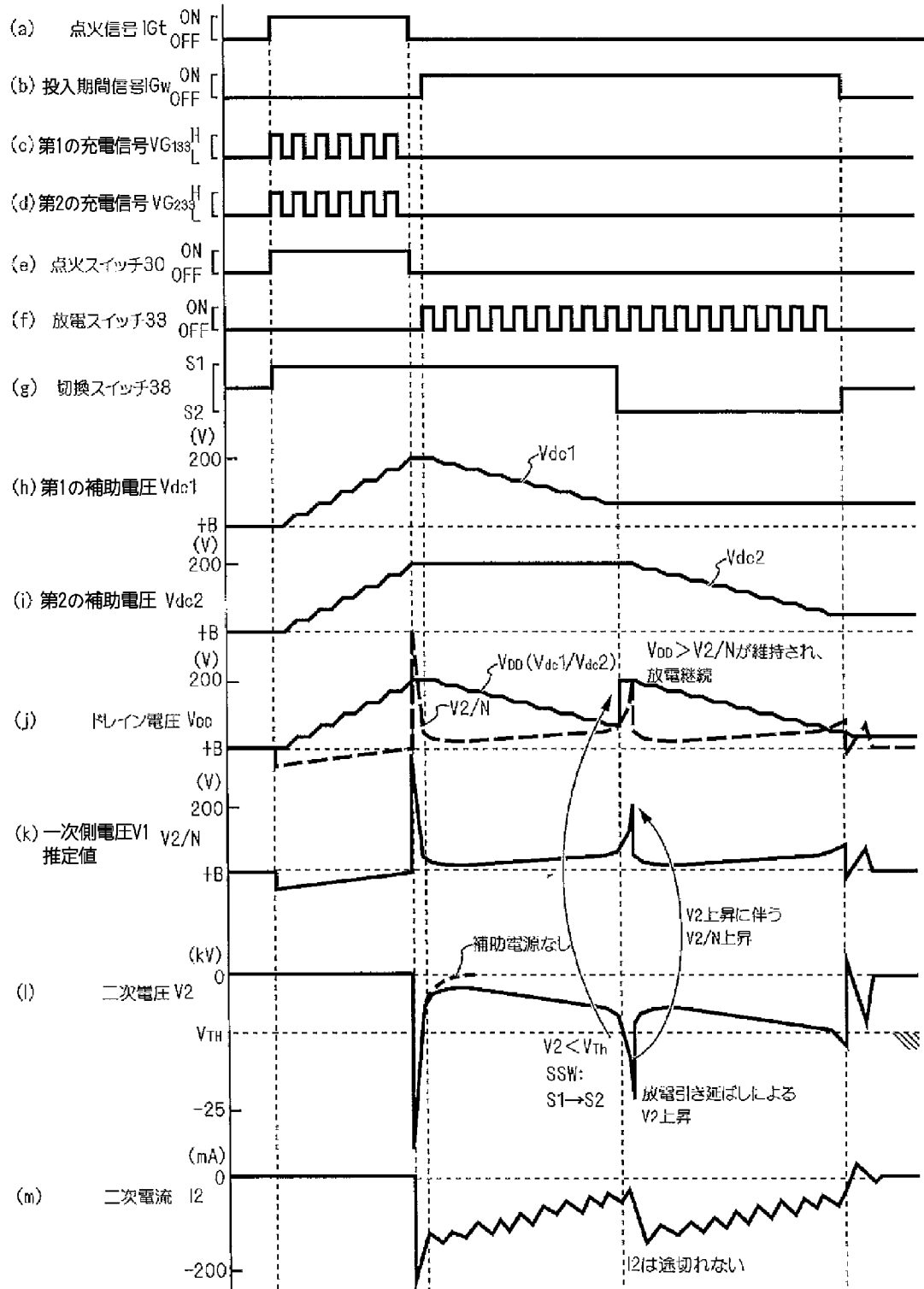
前記電圧検出部 (36) により検出された前記一次電圧と第2の閾値電圧 (V_{ref1}) とを比較し、前記投入予定タイミングおよび投入予定期間 (T_{wp}) を前提に、前記比較結果に基づいて、前記点火コイル (2) に対する前記補助電気エネルギーの投入の有無を含む実際の投入タイミング、および実際の投入期間 (T_{wA}) を決定する決定部 (62) と、

を備えたことを特徴とする請求項1記載の点火装置。

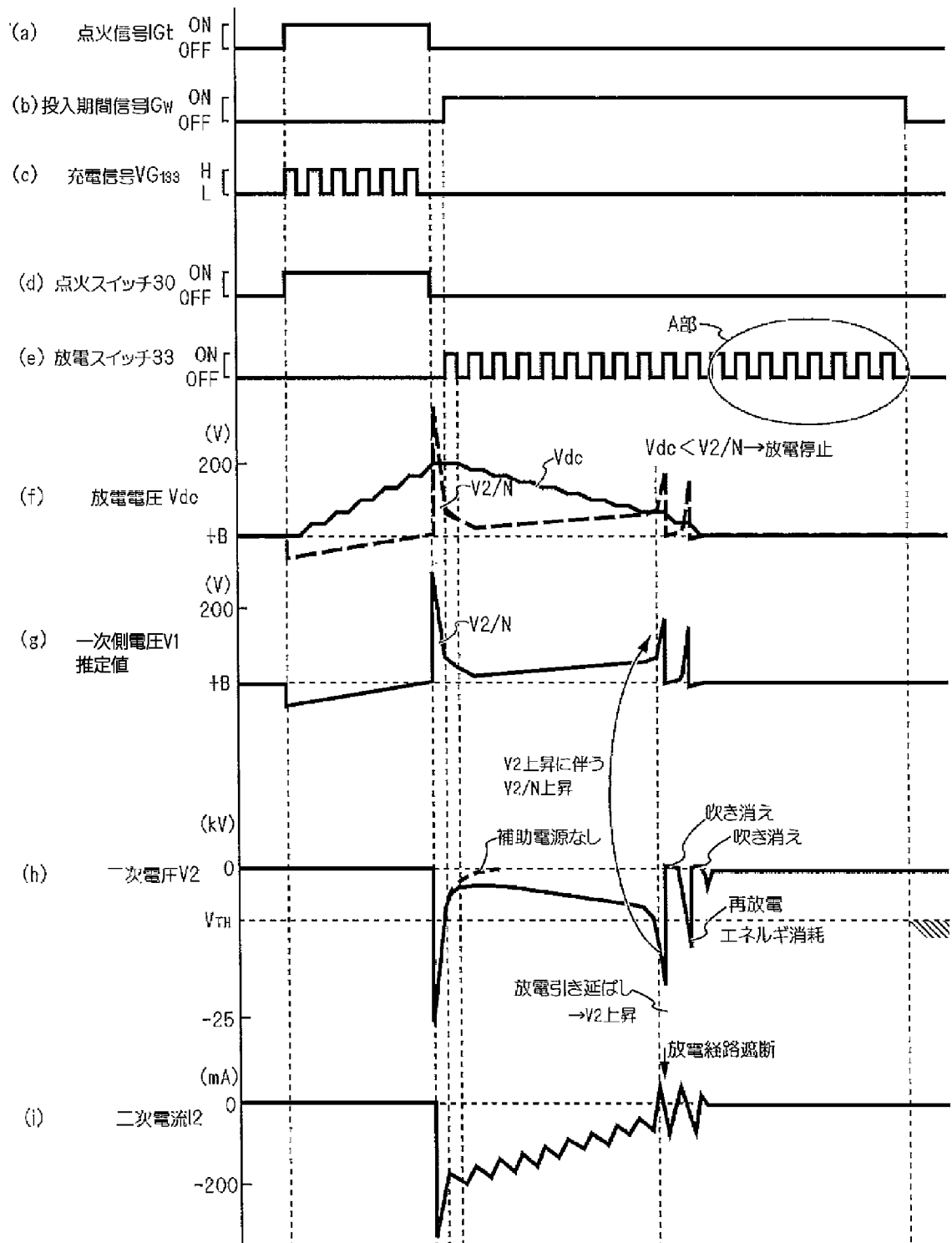
[請求項8] 前記少なくとも1つの補助電源 (131、231) は、前記一次コイル (20) における低圧側端部に接続されており、当該一次コイル (20) に対して、前記低圧側端部から前記補助電気エネルギーを投入することを特徴とする請求項1記載の点火装置。

The circuit diagram illustrates a power converter system 100. It features a battery BATT connected to ground GND through a fuse FUS. The system includes two DC-DC converters, DRV1 and DRV2, which are part of a motor driver unit 3. DRV1 consists of a MOSFET 131, an inductor L132, and a diode 133. DRV2 consists of a MOSFET 231, an inductor L232, and a diode 233. A switching element SSW is controlled by a microcontroller 38 via signals Vdc1 and Vdc2. The output of the switching element SSW is connected to a MOSFET 33, which drives a load inductor L20 and a diode 22. The load inductor L20 is connected to a terminal 21. The system also includes a feedback network 36 consisting of resistors R1 and R2, and a voltage divider 37. The output voltage is regulated by a feedback loop 30, which includes a MOSFET 30 and a current sense resistor 32. The output current is monitored by a current sense resistor 34, which is connected to a current sense amplifier 35. The output voltage is also monitored by a voltage sense resistor 36, which is connected to a voltage sense amplifier 37. The output voltage is regulated by a feedback loop 30, which includes a MOSFET 30 and a current sense resistor 32. The output current is monitored by a current sense resistor 34, which is connected to a current sense amplifier 35.

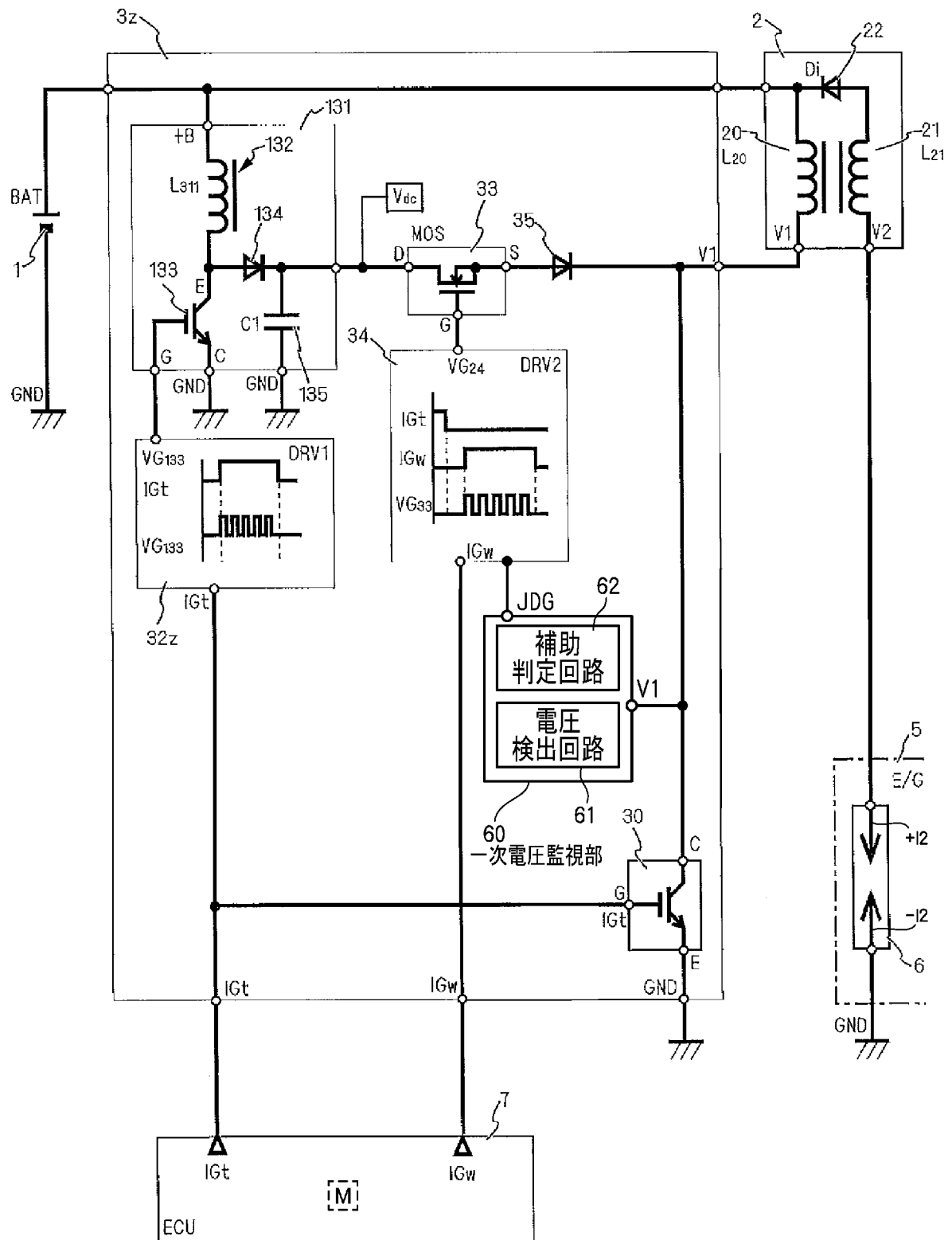
[図2]



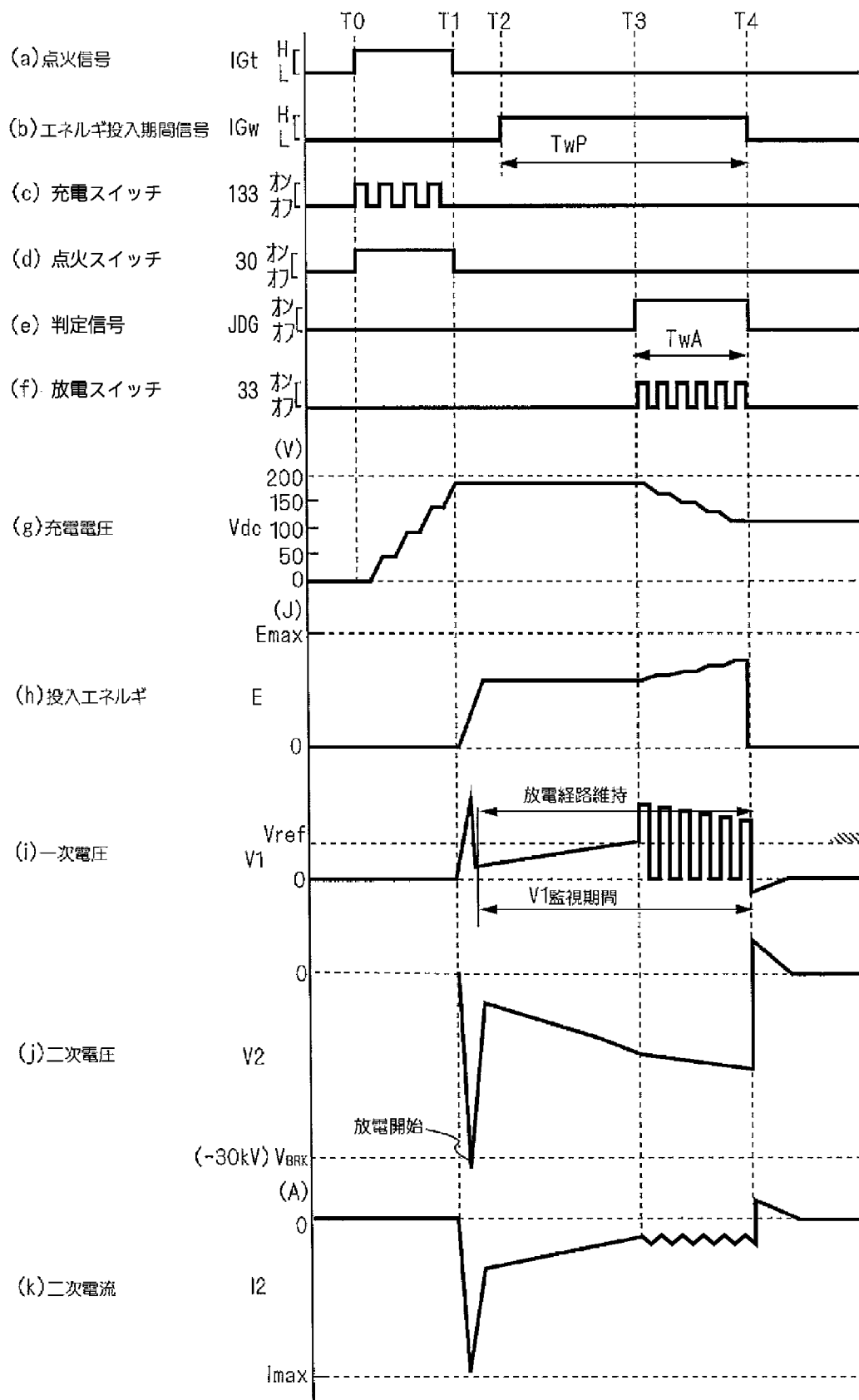
[図4]



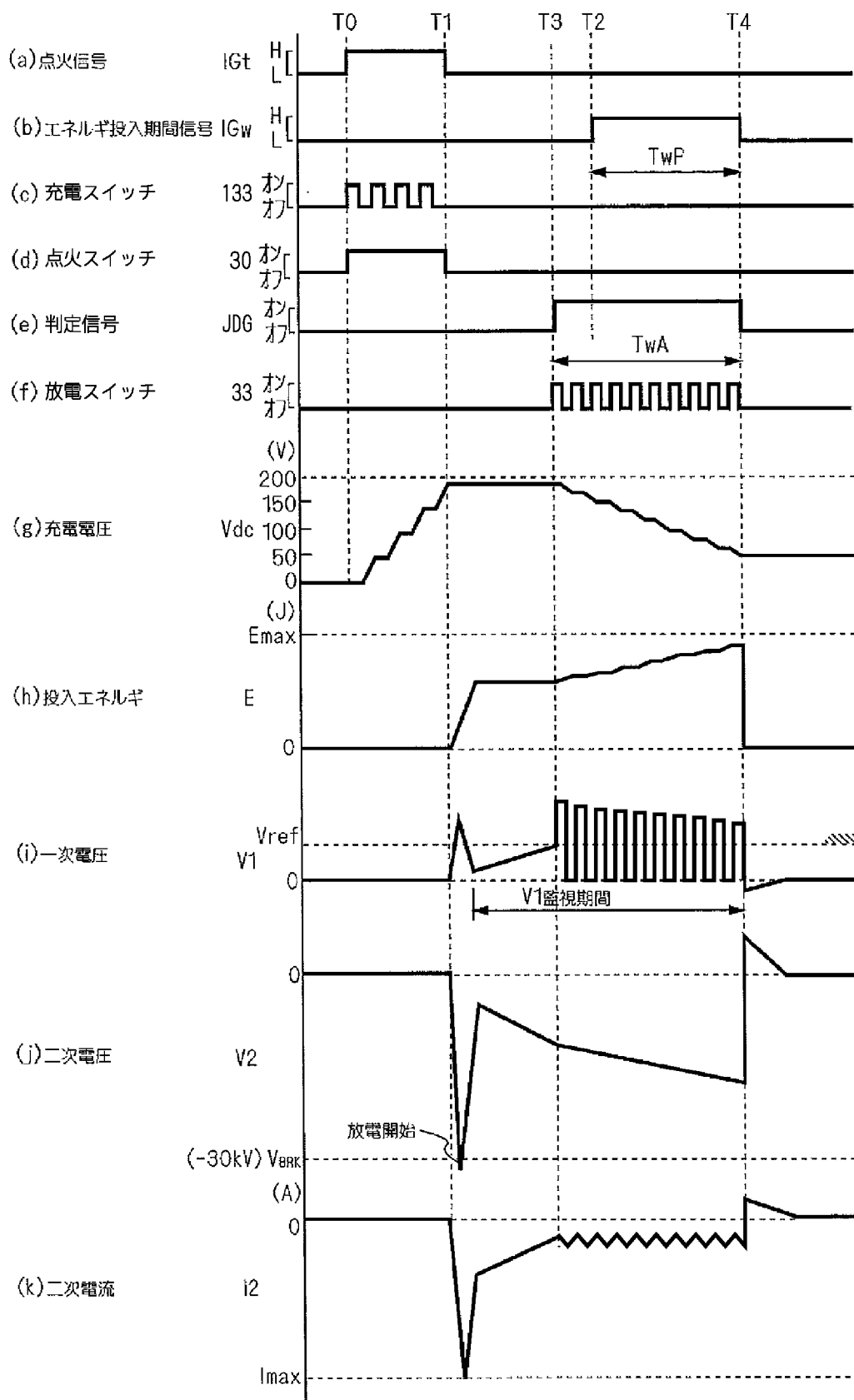
4A



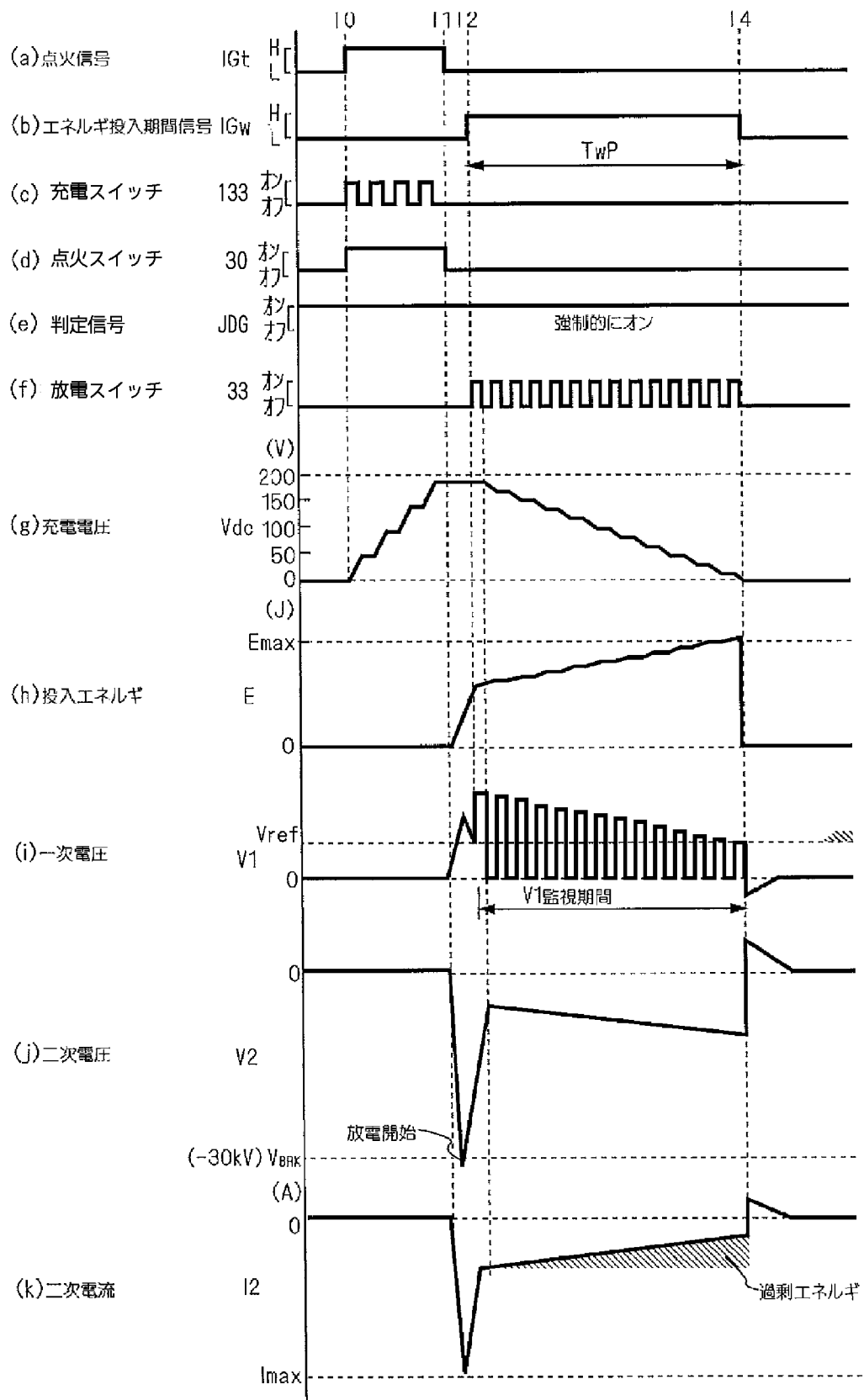
[図6]



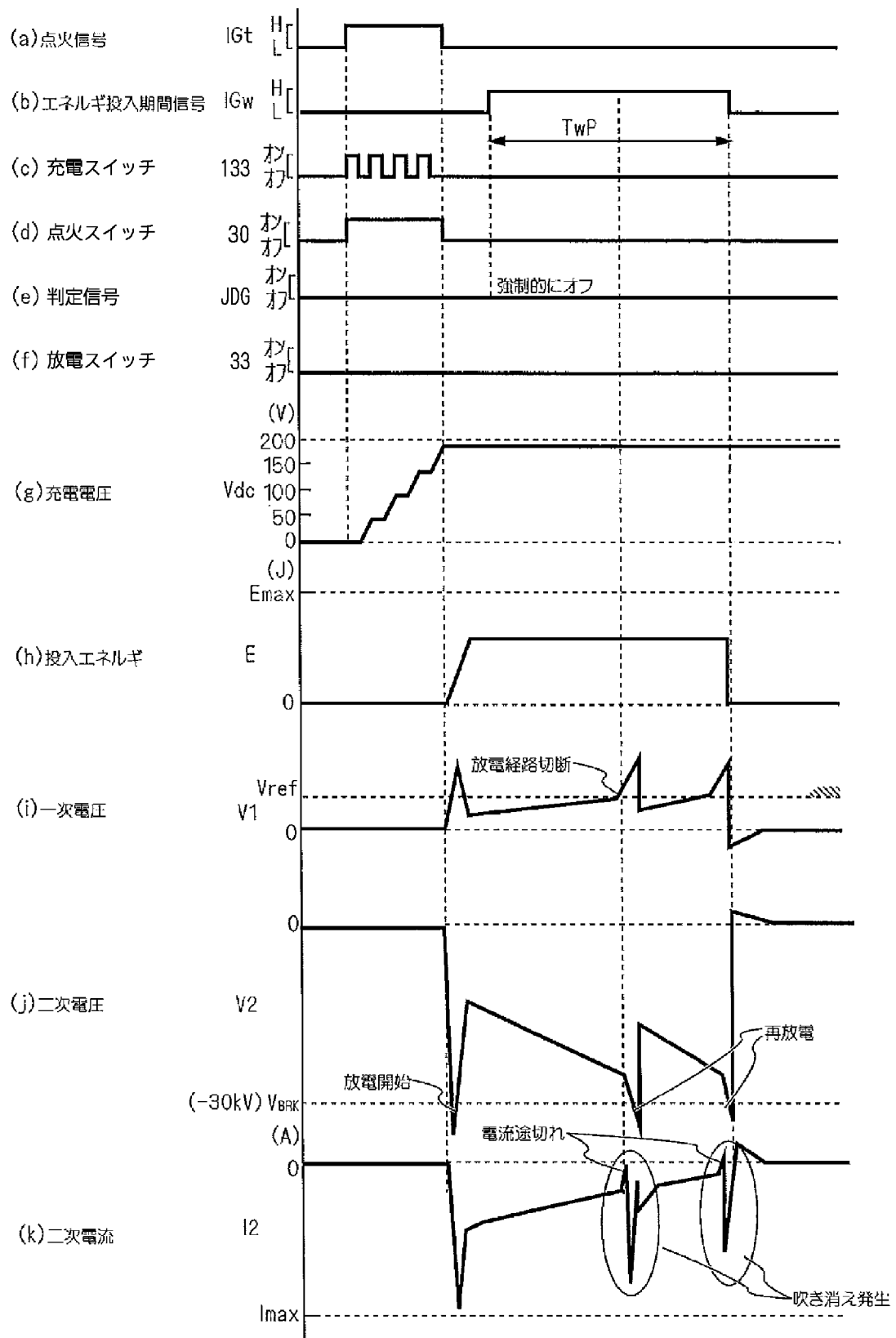
[図7]



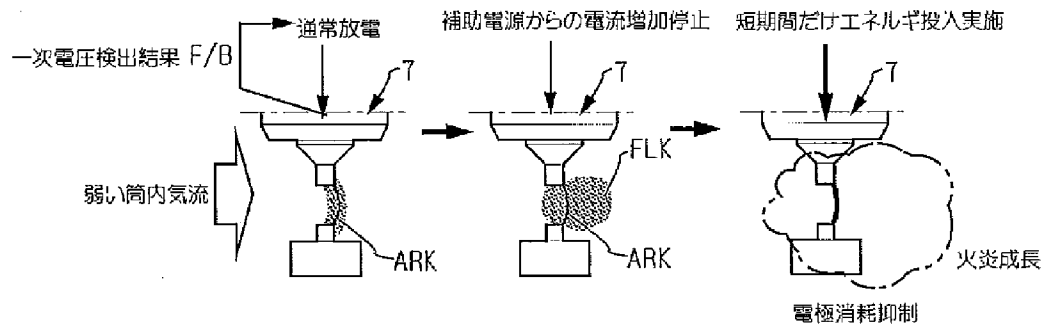
[図8]



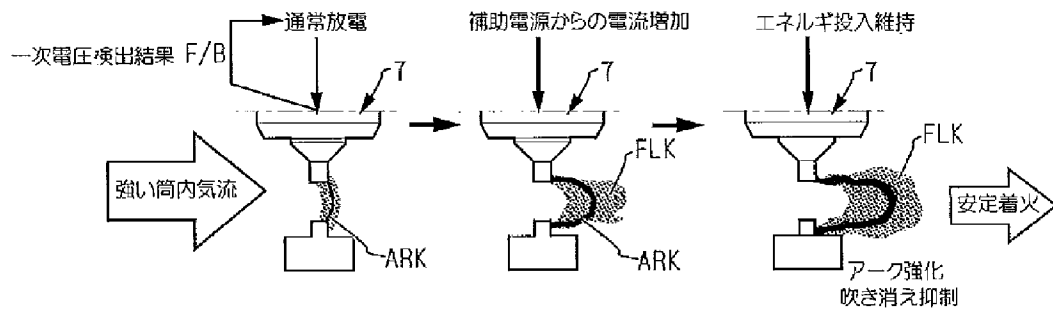
[図9]



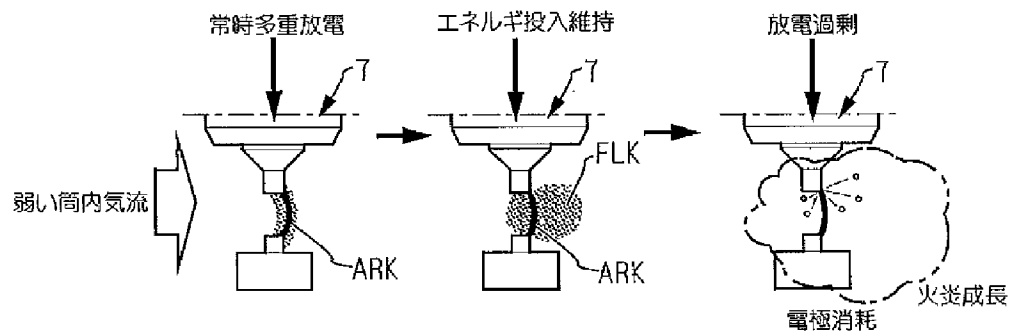
[図10A]



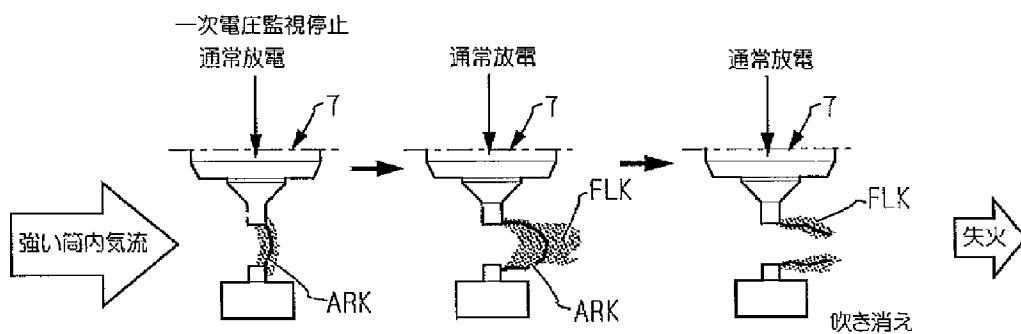
[図10B]



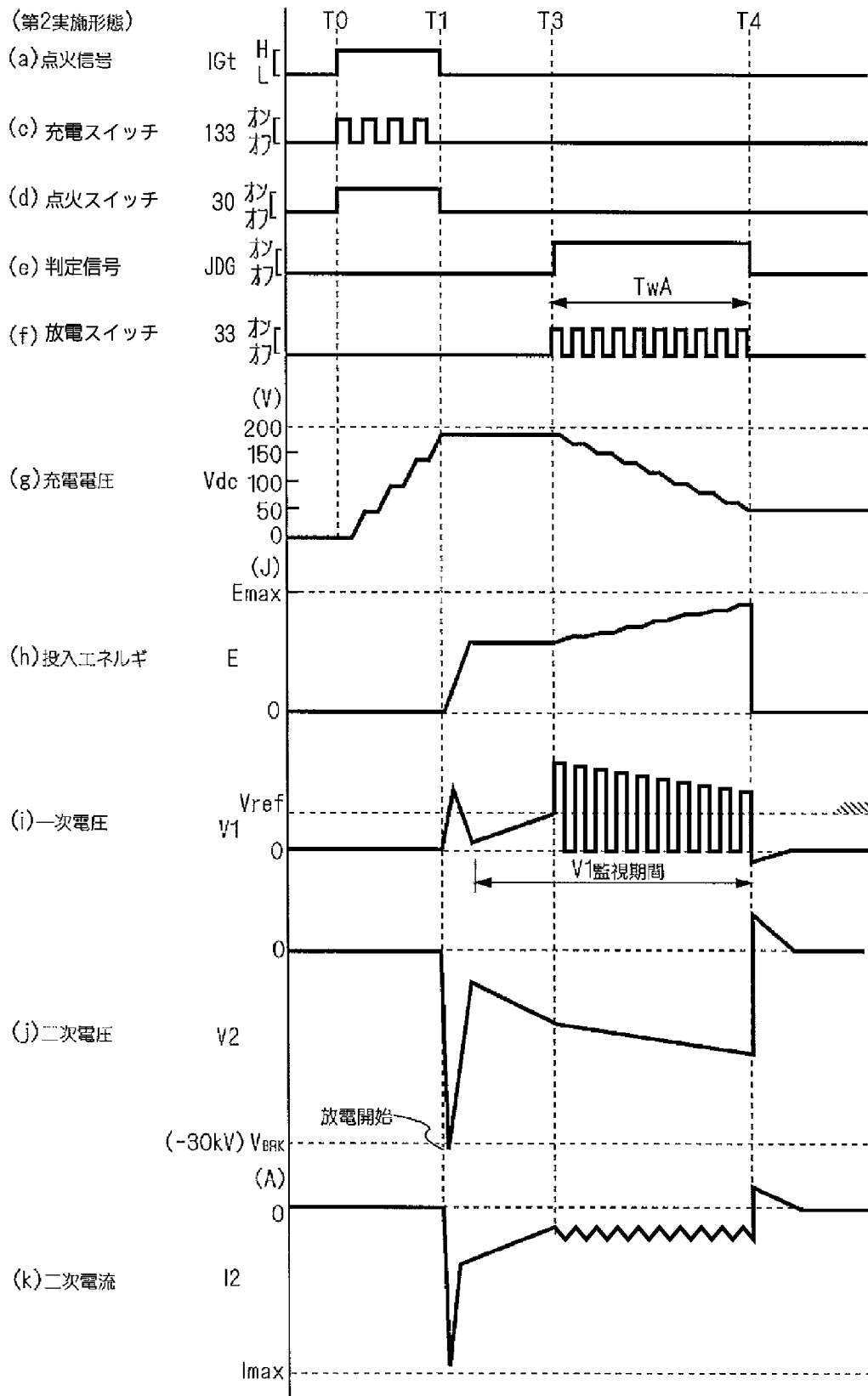
[図11A]



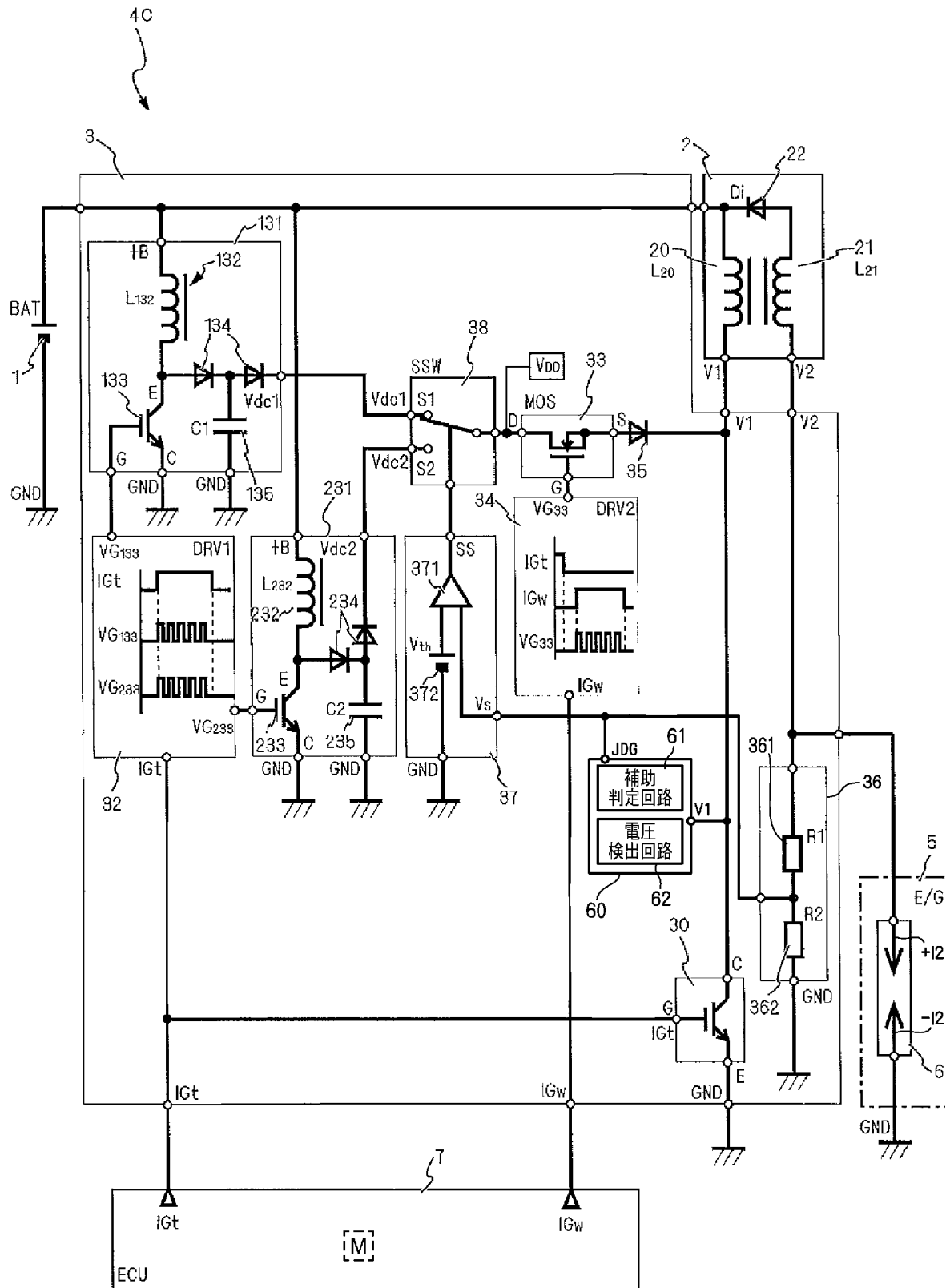
[図11B]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/060537

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02P3/00(2006.01)i, F02P15/10(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)

F02P3/00, F02P15/10

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 1996-2014

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 7-229461 A (Hanshin Electric Co., Ltd.), 29 August 1995 (29.08.1995), paragraphs [0009] to [0074]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1, 4, 7 6, 8 2-3, 5
Y	JP 2009-293474 A (Denso Corp.), 17 December 2009 (17.12.2009), paragraphs [0020] to [0045]; fig. 1 to 3 (Family: none)	6, 8
A	JP 2007-211631 A (Denso Corp.), 23 August 2007 (23.08.2007), paragraphs [0016] to [0036]; fig. 1 to 6 & US 2007/0181110 A1 & DE 102007000078 A	1-8



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

"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

19 June, 2014 (19.06.14)

Date of mailing of the international search report

01 July, 2014 (01.07.14)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/060537

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-46241 A (Denso Corp.), 16 February 2006 (16.02.2006), paragraphs [0022] to [0036]; fig. 1 to 2 & DE 102005036975 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F02P3/00(2006.01)i, F02P15/10(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. F02P3/00, F02P15/10		
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 4 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 Y A	JP 7-229461 A（阪神エレクトリック株式会社） 1995.08.29, 段落【0009】 - 【0074】, 図 1-5 (ファミリーなし)	1, 4, 7 6, 8 2-3, 5
Y	JP 2009-293474 A（株式会社デンソー） 2009.12.17, 段落【0020】 - 【0045】, 図 1-3 (ファミリーなし)	6, 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」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願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 1 9 . 0 6 . 2 0 1 4	国際調査報告の発送日 0 1 . 0 7 . 2 0 1 4	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 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） 中村 一雄 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5	3 G 5 2 6 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2007-211631 A (株式会社デンソー) 2007.08.23, 段落【0016】 - 【0036】, 図 1-6 & US 2007/0181110 A1 & DE 102007000078 A	1-8
A	JP 2006-46241 A (株式会社デンソー) 2006.02.16, 段落【0022】 - 【0036】, 図 1-2 & DE 102005036975 A	1-8