

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 3 月 9 日(09.03.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/038561 A1

- (51) 国際特許分類:
F02P 3/00 (2006.01) *F02P 23/04* (2006.01)
F02P 3/01 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/074523
- (22) 国際出願日: 2016 年 8 月 23 日(23.08.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-171140 2015 年 8 月 31 日(31.08.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP). 国立大学法人 東京大学 (THE UNIVERSITY OF TOKYO) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 河野 正顕(KONO, Masaaki); 〒4450012 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内 Aichi (JP). 田中大介(TANAKA, Daisuke); 〒4450012 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内 Aichi (JP). 佐藤 孝明(SATO, Takaaki); 〒4450012 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1

4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内 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). 津江 光洋(TSUE, Mitsuhiro); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 中谷 辰爾(NAKAYA, Shinji); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 東田 潔(TOHTA, Kiyoshi); 〒1020083 東京都千代田区麹町 4 - 3 - 30 麹町MKビル 3 階 PDI 特許商標事務所 Tokyo (JP).

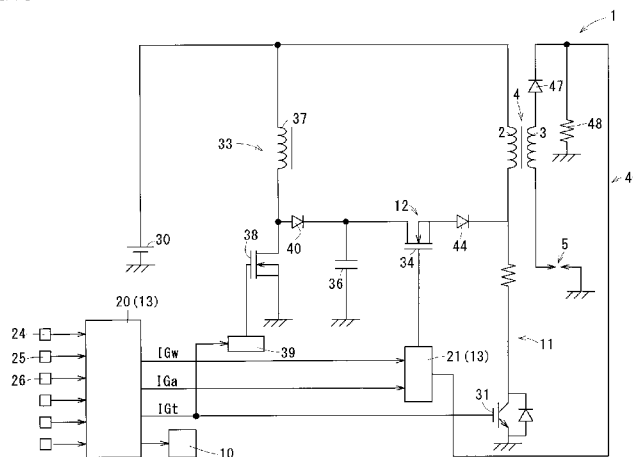
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,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

[続葉有]

(54) Title: IGNITION DEVICE

(54) 発明の名称: 点火装置

[図1]



(57) Abstract: This ignition device 1 is provided with a plasma device 10, a first circuit 11, a second circuit 12 and a control unit 13. The plasma device 10 causes plasma discharge to occur in an air-fuel mixture before arc discharge is caused to occur. The first circuit 11 causes an ignition plug 5 to begin arc discharge. During the arc discharge, the second circuit 12 energizes a primary coil 2 in the opposite direction to the energizing direction resulting from the first circuit 11, thereby maintaining the energizing direction of a secondary coil 3 in the same direction as the energization begun by the operation of the first circuit 11, and causing the arc discharge to continue. The control unit 13 controls the operation of the first circuit 11, the second circuit 12 and the plasma device 10. By this means, when causing plasma discharge to occur in an air-fuel mixture, the period during which energy is input into the ignition plug 5 can be shortened compared with a situation in which plasma discharge is not caused to occur in the air-fuel mixture, and the amount of energy input can thus be reduced.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/038561 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

点火装置 1 は、プラズマ装置 10、第 1 回路 11、第 2 回路 12、制御部 13 を備える。プラズマ装置 10 は、アーク放電を発生させる前に、混合気にプラズマ放電を発生させる。第 1 回路 11 は、点火プラグ 5 にアーク放電を開始させる。第 2 回路 12 は、アーク放電中に、第 1 回路 11 による通電方向とは逆の方向に 1 次コイル 2 に通電することで、2 次コイル 3 の通電を第 1 回路 11 の動作で開始したのと同じ方向に通電方向を維持して、アーク放電を継続させる。制御部 13 は、第 1 回路 11、第 2 回路 12、プラズマ装置 10 の動作を制御する。これにより、混合気にプラズマ放電を発生させるときには、混合気にプラズマ放電を発生させないときに比べて、点火プラグ 5 へのエネルギー投入期間を短くでき、エネルギー投入量を減らせる。

明 細 書

発明の名称： 点火装置

技術分野

[0001] 本開示は、内燃機関用の点火装置に関する。

背景技術

[0002] 従来では、1次コイルおよび2次コイルを有する点火コイルと、2次コイルに接続する点火プラグとを備える内燃機関用の点火装置が知られている。このような点火装置では、1次コイルへの通電のオンオフに伴う電磁誘導により、点火プラグの電極間にエネルギーを投入して、混合気にはアーク放電を発生させる。

さらに点火装置では、混合気にはプラズマ放電を発生させるプラズマ装置を備え、プラズマ放電を発生させることで混合気にはラジカルを含ませ、混合気の着火性を向上させるものが知られている（例えば、特許文献1、2参照）。

[0003] 近年、内燃機関においては、燃費向上等の目的で、リーン状態（理論空燃比よりも薄い状態）の混合気の燃焼が検討されている。しかし、リーン状態の混合気においては、確実に燃焼させるために点火プラグの電極へのエネルギー投入量を増やす必要があり、点火プラグの電極が消耗しやすい。

[0004] 特許文献1、2に開示の構成では、ラジカルを含ませることによる着火性の向上が見込める。しかし、プラズマ放電によって生成されるラジカルの種類や量は物理状態（温度、圧力等）によって変化する。そのため、リーン状態の混合気においても着火性の向上が必ずしも見込めるわけではない。そこで、リーン状態の混合気においては、点火プラグの電極への印加電圧を高めて対応する必要がある。したがって、プラズマ装置を備える点火装置についても点火プラグの電極の消耗に何らかの対策を行う必要がある。なお、特許文献2に開示の点火装置では、点火プラグがプラズマ装置の役割も兼ねており、電極の消耗がより顕著な構成となっている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 1 3 － 1 4 8 0 9 8 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 2 － 1 4 0 9 7 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本開示は、混合気にプラズマ放電を発生させるプラズマ装置を備える点火装置において、点火プラグの電極の消耗を抑制することを目的とする。

[0007] 本開示の点火装置は、内燃機関用であり、1 次コイルおよび2 次コイルを有する点火コイルと、2 次コイルに接続する点火プラグとを備える。そして、1 次コイルへの通電のオンオフに伴う電磁誘導により、点火プラグの電極間にエネルギーを投入して、混合気にアーク放電を発生させる。

[0008] また、本開示の点火装置は、以下に説明する、プラズマ装置、第1 回路、第2 回路、および、制御部を備える。

プラズマ装置は、点火プラグとは別の電極を備え、アーク放電を発生させる前に、混合気にプラズマ放電を発生させる。

[0009] 第1 回路は、1 次コイルへの通電をオンオフすることにより、点火プラグにアーク放電を開始させる。

第2 回路は、第1 回路の動作で開始したアーク放電中に、第1 回路による通電方向とは逆の方向に1 次コイルへ通電する。これにより、第2 回路は、2 次コイルの通電を第1 回路の動作で開始したのと同じの方向に通電方向を維持して、点火プラグの電極間にエネルギーを投入し続け、アーク放電を継続させる。

制御部は、第1 回路、第2 回路、および、プラズマ装置の動作を制御する。

[0010] 本開示の点火装置では、第1 回路および第2 回路を備えることにより、点火プラグの電極間へのエネルギー投入期間、単位時間当たりのエネルギー投

入量等を調節できる。そのため、本開示の点火装置では、点火プラグの電極間へのエネルギー投入量を抑制しながら、一旦発生させたアーク放電を継続させられる。これにより、本開示の点火装置では、点火プラグの電極の消耗を抑制できる。

[0011] 本発明者らは、第1回路および第2回路を備える点火装置にプラズマ装置を組み合わせた場合について、研究・検討を行った。その結果、発明者らは、次のような知見を得て、点火プラグの電極消耗抑制に関し、単なる組み合わせ以上の相乗効果が得られることを見出した。

具体的には、点火プラグへのエネルギー投入量を一定として、混合気にプラズマ放電を発生させると、エネルギー投入期間が短いほど、発生熱量が増加することが分かった（図5参照）。

[0012] これにより、混合気にプラズマ放電を発生させるときには、プラズマ放電を発生させないときに比べて、点火プラグへのエネルギー投入期間を短くでき、エネルギー投入量が減らせる。よって、プラズマ装置を備える点火装置では、点火プラグの電極の消耗を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は実施例に係る点火装置の構成図である。

[図2]図2は実施例に係る点火装置および内燃機関を含む全体構成図である。

[図3]図3は実施例に係る点火装置の動作を示すタイムチャートである。

[図4A]図4Aはエネルギー投入量一定の条件下におけるエネルギー投入期間とエネルギー投入量との関係説明図である。

[図4B]図4Bはエネルギー投入量一定の条件下におけるエネルギー投入期間とエネルギー投入量との関係説明図である。

[図4C]図4Cはエネルギー投入量一定の条件下におけるエネルギー投入期間とエネルギー投入量との関係説明図である。

[図5]図5はエネルギー投入期間と発生熱量の相関図である。

[図6]図6は変形例に係る点火装置および内燃機関を含む全体構成図である。

[図7]図7は変形例に係る点火装置および内燃機関を含む全体構成図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下に、本開示の技術を実施するための形態を、実施例を用いて説明する。なお、以下に説明する実施例は、実施形態の具体的な一例を示すものである。よって、本開示の技術的範囲は、以下の実施例の内容に限定されない。

[0015] [点火装置の構成]

本実施例に係る点火装置について、図1、図2を参照し説明する。

本実施例に係る点火装置1は、車両走行用の内燃機関6に搭載される。点火装置1は、所定の点火時期に燃焼室7内の混合気に点火する。点火装置1は、1次コイル2および2次コイル3を有する点火コイル4と、2次コイル3に接続する点火プラグ5とを備える。点火装置1は、1次コイル2への通電のオンオフに伴う電磁誘導により、点火プラグ5にエネルギーを投入して、混合気にアーク放電を発生させる。

[0016] 点火プラグ5は、2次コイル3の一端に接続される中心電極8と、内燃機関6のシリンダヘッド等を介してアース接地される接地電極9とを備える周知の構成である。点火プラグ5は、2次コイル3に生じるエネルギーにより、中心電極8と接地電極9との間でアーク放電を発生させる。なお、以降の説明では、中心電極8、接地電極9を特に区別する必要があるときは、単に電極8、9という場合がある。

内燃機関6は、例えば、ガソリンを燃料とする希薄燃焼（リーンバーン）が可能であり、燃焼室7内にタンブル流やスワール流等の混合気の旋回流が生じるように設けられている。

[0017] 以下、本実施例に係る点火装置1について詳述する。

点火装置1は、次のような、プラズマ装置10、第1回路11、第2回路12、および、制御部13等を備える。

プラズマ装置10は、放電部14と高電圧高周波発生部15とを備える周知の構成である。放電部14は、点火プラグ5とは別に設けられており、点火プラグ5によるアーク放電を発生させる前に、混合気にプラズマ放電を発生させる。

[0018] 放電部 14 は、中心電極 16 と、内燃機関 6 のシリンダヘッド等を介してアース接地される接地電極 17 とを備える。放電部 14 は、中心電極 16 と接地電極 17 との間に、高電圧高周波発生部 15 からの電圧を印加することにより、混合気にプラズマ放電を発生させる。放電部 14 は、中心電極 16 と接地電極 17 とが、燃焼室 7 内に設けられている。高電圧高周波発生部 15 は、制御部 13 の指令に応じた交流電圧を、中心電極 16 と接地電極 17 との間に印加する。なお、以降の説明では、中心電極 16、接地電極 17 を特に区別する必要がないときは、単に電極 16、17 という場合がある。

[0019] 燃料噴射弁 18 は、燃料を噴射する。燃料噴射弁 18 は、燃焼室 7 内に吸気を導く吸気路 19 に設けられている。吸気路 19 は、混合気の流れにおいて、放電部 14 よりも上流側にある。

なお混合気は、放電部 14 によるプラズマ放電を受けた後に、例えばタンブル流によって、点火プラグ 5 に到達してアーク放電を受ける（図 2 の点線を参照）。

[0020] 第 1 回路 11 は、1 次コイル 2 への通電をオンオフすることにより、点火プラグ 5 にアーク放電を開始させる。第 2 回路 12 は、第 1 回路 11 の動作で開始したアーク放電中に、第 1 回路 11 による通電方向とは逆の方向に 1 次コイル 2 へ通電する。これにより、第 2 回路 12 は、2 次コイル 3 の通電を第 1 回路 11 の動作で開始したのと同じ方向に通電方向を維持して、点火プラグ 5 の電極間にエネルギーを投入し続け、アーク放電を継続させる。

制御部 13 は、プラズマ装置 10、第 1 回路 11、および、第 2 回路 12 の動作を制御する。制御部 13 は、次のような、電子制御ユニット（以下、ECU 20 という）および投入ドライバ 21 等により構成される。

[0021] ECU 20 は、内燃機関 6 全体を制御する。ECU 20 は、後述する点火信号 I G t および放電継続信号 I G w 等の各種信号を出力して、1 次コイル 2 への通電を制御する。ECU 20 は、1 次コイル 2 への通電を制御することにより、2 次コイル 3 に誘導される電気エネルギーを操作して、点火プラグ 5 のアーク放電を制御する。また、ECU 20 は、高電圧高周波発生部 1

５に制御信号を出力することにより、放電部１４によるプラズマ放電を制御する。

[0022] 例えば車両には、内燃機関６の動作状態や制御状態等を示すパラメータを検出する各種センサが搭載されている。ＥＣＵ２０には、これらの各種センサから信号が入力される。ＥＣＵ２０は、次のような、入力回路、ＣＰＵ、各種メモリ、および、出力回路等を備える。入力回路は、入力された信号を処理する。ＣＰＵは、入力された信号に基づき、内燃機関６の制御に関する制御処理や演算処理等を行う。各種メモリは、内燃機関６の制御に必要なデータやプログラム等を記憶して保持する。出力回路は、ＣＰＵの処理結果に基づき、内燃機関６の制御に必要な信号を出力する。

[0023] なお、ＥＣＵ２０に信号を出力する各種センサは、例えば、回転数センサ２４、吸気圧センサ２５、および、空燃比センサ２６等である。回転数センサ２４は、内燃機関６の回転数を検出する。吸気圧センサ２５は、内燃機関６に吸入される吸入空気の圧力を検出する。空燃比センサ２６は、混合気空燃比を検出する。

ＥＣＵ２０は、これらの各種センサから得られるパラメータの検出値に基づき、点火装置１による点火制御、プラズマ装置１０によるプラズマ放電制御、および、燃料噴射弁１８による燃料噴射制御等を実行する。

[0024] 第１回路１１は、バッテリー３０のプラス極と１次コイル２の一方の端子とを接続するとともに、１次コイル２の他方の端子をアースに接続するように構成されている。また、第１回路１１には、１次コイル２の他方の端子のアース側（低電位側）に、放電開始用のスイッチ（以下、第１スイッチ３１という）が配置されている。

[0025] 第１回路１１は、第１スイッチ３１のオンオフ動作により、１次コイル２にエネルギーを蓄えさせる。そして、第１回路１１は、１次コイル２に蓄えられたエネルギーを利用して、２次コイル３に高電圧を発生させ、点火プラグ５にアーク放電を開始させる。

なお、以降の説明では、第１回路１１の動作により発生したアーク放電を

主点火という場合がある。また、1次コイル2の通電方向（1次電流の方向）は、バッテリー30から第1スイッチ31に向かう方向をプラスとする。

[0026] 具体的には、第1回路11は、ECU20から点火信号I_{gt}が与えられる期間に、第1スイッチ31をオンする。これにより、第1回路11は、1次コイル2にバッテリー30の電圧を印加して、プラスの1次電流を通電し、1次コイル2に磁気的なエネルギーを蓄えさせる。その後、第1回路11は、第1スイッチ31をオフすることにより、電磁誘導によって、2次コイル3に高電圧を発生させ、主点火を生じさせる。

なお、第1スイッチ31は、例えば、パワートランジスタ、MOS型トランジスタ、サイリスタ等である。また、点火信号I_{gt}は、第1回路11において、1次コイル2にエネルギーを蓄えさせる期間および点火開始時期を指令する信号である。

[0027] 第2回路12は、第1回路11に対して、1次コイル2と第1スイッチ31との間に接続するように構成されている。また、第2回路12には、昇圧回路33から1次コイル2への電力供給をオンオフするスイッチ（以下、第2スイッチ34という）が配置されている。

昇圧回路33は、ECU20から点火信号I_{gt}が与えられる期間に、バッテリー30の電圧を昇圧して、コンデンサ36に蓄える。

[0028] 具体的には、昇圧回路33は、コンデンサ36、チョークコイル37、昇圧スイッチ38、昇圧ドライバ39、および、ダイオード40等を備える。

チョークコイル37は、一端がバッテリー30のプラス極に接続されている。チョークコイル37の通電状態は、昇圧スイッチ38により断続される。昇圧ドライバ39は、昇圧スイッチ38に制御信号を与えて、昇圧スイッチ38をオンオフさせる。昇圧スイッチ38は、例えば、MOS型トランジスタ等である。コンデンサ36は、昇圧スイッチ38のオンオフ動作により、チョークコイル37に発生した磁気的なエネルギーを、電気的なエネルギーとして蓄える。

[0029] なお、昇圧ドライバ39は、ECU20から点火信号I_{gt}が与えられる

期間に、昇圧スイッチ 38 を所定周期で繰り返しオンオフする。ダイオード 40 は、コンデンサ 36 に蓄えられたエネルギーがチョークコイル 37 側へ逆流することを防いでいる。

[0030] また、第 2 回路 12 は、第 2 スイッチ 34 およびダイオード 44 を備える。

第 2 スイッチ 34 は、コンデンサ 36 に蓄えられたエネルギーを、1 次コイル 2 のマイナス側から投入する、1 次コイル 2 へのエネルギー投入をオンオフする。なお、第 2 スイッチ 34 は、例えば、MOS 型トランジスタ等である。

ダイオード 44 は、1 次コイル 2 から第 2 スイッチ 34 側への電流の逆流を防いでいる。

第 2 スイッチ 34 は、投入ドライバ 21 から与えられる制御信号に基づきオンすることにより、昇圧回路 33 から 1 次コイル 2 のマイナス側にエネルギーを投入する。

[0031] 投入ドライバ 21 は、放電継続信号 I G w が与えられる期間に、第 2 スイッチ 34 のオンオフ動作により、コンデンサ 36 から 1 次コイル 2 に投入するエネルギーを制御する。これにより、投入ドライバ 21 は、2 次コイル 3 の通電量である 2 次電流を制御する。

なお、放電継続信号 I G w は、主点火として発生したアーク放電を継続させる期間を指令する信号である。

[0032] 以上により、第 2 回路 12 は、第 1 回路 11 の動作で開始したアーク放電中に、第 1 回路 11 による通電方向とは逆の方向に 1 次コイル 2 へ通電する。これにより、第 2 回路 12 は、2 次電流を第 1 回路 11 の動作で開始したのと同じ方向に通電方向を維持して点火プラグ 5 の電極間にエネルギーを投入し続け、アーク放電を継続させる。

なお、以降の説明では、第 2 回路 12 の動作により、主点火に継続するアーク放電を継続火花放電という場合がある。

[0033] 投入ドライバ 21 には、2 次電流の指令値を示す信号である電流指令信号

I G a が E C U 2 0 から与えられる。投入ドライバ 2 1 は、与えられた電流指令信号 I G a に基づき 2 次電流を制御する。

上述したように、2 次コイル 3 の一端は、点火プラグ 5 の中心電極 8 に接続されている。また、2 次コイル 3 の他端は、2 次コイル 3 に発生する 2 次電圧および 2 次電流を検出し、制御部 1 3 にフィードバックする F / B 回路 4 6 に接続されている。

なお、2 次コイル 3 の他端は、2 次電流の方向を一方向に限定するダイオード 4 7 を介して F / B 回路 4 6 に接続されている。また、F / B 回路 4 6 には、2 次電流を検出するためのシャント抵抗 4 8 が接続している。

[0034] 投入ドライバ 2 1 は、フィードバックされた 2 次電流の検出値と、電流指令信号 I G a から特定される 2 次電流の指令値とに基づき、第 2 スイッチ 3 4 のオンオフ動作を制御する。例えば、投入ドライバ 2 1 は、2 次電流の検出値に対する上限値および下限値の閾値を指令値に基づき設定する。投入ドライバ 2 1 は、検出値と閾値（上限値および下限値）との比較結果に応じて、制御信号の出力を開始したり、停止したりする。

具体的には、投入ドライバ 2 1 は、2 次電流の検出値が上限より大きくなったら、制御信号の出力を停止する。また、投入ドライバ 2 1 は、2 次電流の検出値が下限よりも小さくなったら、制御信号の出力を開始する。

[0035] なお、第 1 回路 1 1、第 2 回路 1 2、F / B 回路 4 6、および、投入ドライバ 2 1 は、回路ユニット 4 9 として 1 つにまとめられている。そして、点火プラグ 5、点火コイル 4、および、回路ユニット 4 9 は、気筒それぞれに設けられている。同様に、プラズマ装置 1 0 も気筒それぞれに設けられている。

[0036] [点火装置の動作]

本実施例に係る点火装置 1 の動作について、図 3 を参照し説明する。

なお、制御部 1 3 は、第 1 回路 1 1 および第 2 回路 1 2 に対する制御モードを有している。具体的には、制御部 1 3 は、制御モードとして、プラズマ装置 1 0 を動作させるときに使用する第 1 モードと、プラズマ装置 1 0 を動

作させないときに使用する第2モードとを有している。以下の説明では、第1モード使用時の例を示す。

[0037] 図3において、「Inj」は、燃料噴射弁18の噴孔の開閉をopen/closeで表し、「Pla」は、プラズマ装置10の動作状態（作動/停止）をon/offで表す。また、「IGt」は、点火信号IGtの入力状態をhi/lowで表し、「IGw」は、放電継続信号IGwの入力状態をhi/lowで表す。また、「1st SW」は、第1スイッチ31の動作状態をon/offで表し、「2nd SW」は、第2スイッチ34の動作状態をon/offで表し、「Bst SW」は、昇圧スイッチ38の動作状態をon/offで表す。また、「VC」は、コンデンサ36の充電圧を表す。また、「I1」は、1次電流（1次コイル2に流れる電流値）を表し、「I2」は、2次電流（2次コイル3に流れる電流値）を表す。

[0038] まず、ECU20からの制御信号により、燃料噴射弁18は、噴孔が開き噴孔が閉じるまでの間（時間t01～時間t03）、噴孔から燃料を噴射供給し続ける。

そして、燃料噴射弁18の噴孔が開いている期間（時間t01～時間t03）の途中に、プラズマ装置10は、動作を開始し（時間t02）、混合気にプラズマを発生させる。プラズマ装置10は、噴孔からの燃料供給が遮断された後も（時間t03後も）、所定期間動作した後、停止する（時間t04）。

[0039] なお、燃料噴射弁18の噴孔が開いてからプラズマ装置10の動作が開始するまでの期間（時間t01～時間t02）は、例えば、燃料噴射弁18と放電部14との離間距離等に基づき設定されている。燃料噴射弁18の噴孔が開いてからプラズマ装置10の動作が停止するまでの期間（時間t03～時間t04）も同様の方法により、設定されている。

さらに、燃料噴射弁18の噴孔が開いてから点火信号IGtがローからハイへ切り替わるまでの期間（時間t01～時間t05）は、例えば、燃料噴射弁18と点火プラグ5との位置関係や混合気に生じる旋回流等に基づき設

定されている。

[0040] 次に、点火信号 I G t がローからハイへ切り替わると（時間 t 0 5）、点火信号 I G t がハイ状態の期間（時間 t 0 5～時間 t 0 6）、第1スイッチ 3 1 は、オン状態（1 s t SW : o n）を維持する。これにより、点火信号 I G t がハイ状態の期間（時間 t 0 5～時間 t 0 6）には、プラスの1次電流 I 1 が流れ、1次コイル 2 にエネルギーが蓄えられる。また、この期間（時間 t 0 5～時間 t 0 6）、コンデンサ 3 6 の充電圧（V C）が所定値を下回る場合には、昇圧スイッチ 3 8 がオンオフ（B s t SW : o n / o f f）を繰り返し、昇圧されたエネルギーがコンデンサ 3 6 に蓄えられる。

[0041] やがて、点火信号 I G t がハイからローへ切り替わると（時間 t 0 6）、第1スイッチ 3 1 がオフされ（1 s t SW : o f f）、1次コイル 2 の通電は遮断される。これにより、電磁誘導によって2次コイル 3 に高電圧が発生し、点火プラグ 5 に主点火が発生する。

点火プラグ 5 に主点火が発生した後、2次電流 I 2 は、略三角波形状で減衰する（I 2 の点線参照）。そして、2次電流 I 2 が下限の閾値（下限値）に達する前に、放電継続信号 I G w は、ローからハイへ切り替わる（時間 t 0 7）。

[0042] 放電継続信号 I G w がローからハイへ切り替わると（時間 t 0 7）、第2スイッチ 3 4 は、オンオフ制御（2 n d SW : o n / o f f）される。これにより、コンデンサ 3 6 に蓄えられたエネルギーは、1次コイル 2 のマイナス側に順次投入され、1次電流 I 1 は、1次コイル 2 からバッテリー 3 0 のプラス極に向かって流れる。

具体的には、第2スイッチ 3 4 がオンされる（2 n d SW : o n）たびに、1次コイル 2 からバッテリー 3 0 のプラス極に向かう電流が追加され、1次電流 I 1 は、マイナス側に増加していく（時間 t 0 7～時間 t 0 8）。

[0043] そして、1次電流 I 1 がマイナス側に増加するごとに、主点火による2次電流と同一の方向の電流が2次コイル 3 に順次追加され、2次電流 I 2 は、上限値と下限値との間に維持される。

以上のように、本実施例に係る点火装置 1 では、第 2 スイッチ 3 4 をオンオフ制御することにより、2 次電流がアーク放電を維持可能な程度に継続して流れる。その結果、点火装置 1 では、放電継続信号 I G w のオン状態が続くと、継続火花放電が点火プラグ 5 において維持される。

[0044] 【実施例の特徴】

本発明者らは、本実施例に係る点火装置 1 を用いて、第 1 回路 1 1 および第 2 回路 1 2 を備える点火装置 1 にプラズマ装置 1 0 を組み合わせた場合について、研究・検討を重ねた結果、以下のような知見を得た。

発明者らは、混合気にプラズマ放電を発生させ、第 1 回路 1 1 および第 2 回路 1 2 によるエネルギー投入量を一定とした条件下において、エネルギー投入期間と点火による発生熱量との関係を調べた。その結果、発明者らは、図 5 に示すように、エネルギー投入期間が短いほど、発生熱量が増加することを見出した。

[0045] なお、第 1 回路 1 1 および第 2 回路 1 2 によるエネルギー投入は、図 4 A, 図 4 B, 図 4 C に示すように、矩形状に行われている。図 4 A, 図 4 B, 図 4 C は、エネルギー投入量一定の条件下におけるエネルギー投入期間 I_t とエネルギー投入量との関係を表している。図 4 A, 図 4 B, 図 4 C において、縦軸は、単位時間当たりのエネルギーの投入速度 E_t を表し、横軸は、時間 t を表し、ハッチング部分の面積は、エネルギー投入量を表す。また、図 4 A, 図 4 B, 図 4 C に示すハッチング部分の面積は同一であり、エネルギー投入量が等しいことを表している。つまり、エネルギー投入量は、一定値 E_c となっている。

[0046] エネルギー投入量が一定の条件下においては、図 4 A に示すように、エネルギー投入期間 I_t が短い場合には、投入速度 E_t が大きくなっている。これに対して、図 4 B に示すように、エネルギー投入期間 I_t が長くなると ($A < B$)、投入速度 E_t が小さくなる。また、図 4 C に示すように、エネルギー投入期間 I_t がさらに長くなると ($B < C$)、投入速度 E_t はさらに小さくなる。

[0047] 図5は、このようにエネルギー投入量を一定値 E_c とした条件下における、エネルギー投入期間 I_t と点火による発生熱量 Q との相関を表している。図5において、縦軸は、発生熱量 Q を表し、横軸は、エネルギー投入期間 I_t を表す。

図中丸印は、プラズマ装置10の動作時に得られる発生熱量 Q である。これに対して、図中三角印は、比較例としてプラズマ装置10の非動作時に得られる発生熱量 Q である。

また、図中A、B、Cは、図4A、図4B、図4Cにおけるエネルギー投入期間 I_t それぞれに対応している。

[0048] 図5に示すように、エネルギー投入量を一定値 E_c とした場合には、プラズマ装置10の動作時の方が、プラズマ装置10の非動作時より、発生熱量 Q が大きくなっている。そして、プラズマ装置10の動作時と非動作時との発生熱量 Q の差は、エネルギー投入期間 I_t を短くするほど（ $C \rightarrow B \rightarrow A$ の順に）大きくなっている。

具体的には、プラズマ装置10の非動作時は、エネルギー投入期間 I_t の長さに関係なく、発生熱量 Q はほとんど変化しない。これに対して、プラズマ装置10の動作時は、エネルギー投入期間 I_t を $C \rightarrow B \rightarrow A$ の順に短くするほど、発生熱量 Q は大きくなっている。このように、発生熱量 Q の差は、エネルギー投入期間 I_t を短くするほど大きくなる。発明者らは、第1回路11および第2回路12を備える点火装置1にプラズマ装置10を組み合わせた場合について、以上のような知見を得た。そして、点火プラグ5の電極消耗抑制に関し、単なる組み合わせ以上の相乗効果が得られることを見出した。

[0049] これにより、プラズマ装置10の動作時は、プラズマ装置10の非動作時に比べて、エネルギー投入期間 I_t を短くでき、エネルギー投入量が減らせる。

よって、第1モード（プラズマ装置10の動作時に使用するモード）では、第1回路11および第2回路12によるエネルギー投入期間 I_t を第2モ

ード（プラズマ装置 10 の非動作時に使用するモード）より短くできる。さらに、第 1 モードでは、第 1 回路 11 および第 2 回路 12 によるエネルギー投入量を第 2 モードより低くできる。

[0050] [点火装置の制御方法]

本実施例に係る点火装置 1 の制御方法（制御部 13 が備える ECU 20 による制御処理）について説明する。

まず、制御部 13 は、プラズマ装置 10 を動作させるか否かを判定する。

制御部 13 は、プラズマ装置 10 を動作させると判定した場合、第 1 モードを実行し、プラズマ装置 10 を動作させないと判定した場合、第 2 モードを実行する。

なお、プラズマ装置 10 を動作させるか否かの判定は、プラズマ装置 10 の故障の有無や、プラズマ装置 10 を使う必要性の有無等に基づき行われる。

[0051] ここで、制御部 13 は、プラズマ装置 10 における電極 16 と電極 17 と間の電圧印加周波数を、第 1 モードにおけるエネルギー投入期間 t およびエネルギー投入量に応じて変更している。

具体的には、制御部 13 は、例えば、エネルギー投入量を減らしたいときに、電圧印加周波数を増加させる。

[0052] [実施例の効果]

本実施例に係る点火装置 1 では、プラズマ装置 10 の動作時は、プラズマ装置 10 の非動作時に比べて、点火プラグ 5 へのエネルギー投入期間 t を短くでき、エネルギー投入量が減らせる。よって、プラズマ装置 10 を備える点火装置 1 では、点火プラグ 5 における電極 8、9 の消耗を抑制できる。

[0053] 本実施例に係る点火装置 1 では、制御部 13 は、プラズマ装置 10 における電極 16 と電極 17 と間の電圧印加周波数を、エネルギー投入期間 t およびエネルギー投入量に応じて変更する。

これにより、点火装置 1 では、例えば、1 次コイル 2 へのエネルギー投入量を減らしても、プラズマ装置 10 における電極間の電圧印加周波数を増や

すことにより、発生熱量 Q を維持できる。よって、本実施例に係る点火装置 1 では、点火プラグ 5 の電極の消耗をさらに抑制できる。

[0054] 本実施例に係る点火装置 1 では、混合気の流れに関し、プラズマ装置 10 の電極 16、17 よりも上流側で燃料が噴射される。

これにより、点火装置 1 では、燃料にプラズマ放電を発生させ、水素ラジカルや炭化水素ラジカル等を生成できる。よって、本実施例に係る点火装置 1 では、より発生熱量 Q を高められる水素ラジカルや炭化水素ラジカル等を利用できる。

[0055] [変形例]

本開示の点火装置は、発明の要旨を逸脱しない技術的範囲において、様々な態様での実施形態（変形例）が考えられる。

上記実施例では、プラズマ装置 10 の放電部 14 は、電極 16、17 が燃焼室 7 内に設けられていたが、これに限らない。例えば、図 6 に示すように、放電部 14 は、電極 16、17 が吸気路 19 内に設けられるように配置されていてもよい。

また、上記実施例では、燃料噴射弁 18 は、吸気路 19 に設けられていたが、これに限らない。例えば、図 7 に示すように、燃料噴射弁 18 は、噴孔が燃焼室 7 内に設けられるように配置されていてもよい。

符号の説明

- [0056]
- 1 点火装置
 - 2 1 次コイル
 - 3 2 次コイル
 - 4 点火コイル
 - 5 点火プラグ
 - 6 内燃機関
 - 8 中心電極（電極）
 - 9 接地電極（電極）
 - 10 プラズマ装置

- 1 1 第 1 回路
- 1 2 第 2 回路
- 1 3 制御部
- 1 4 放電部
- 1 5 高電圧高周波発生部
- 1 6 中心電極（電極）
- 1 7 接地電極（電極）
- 1 8 燃料噴射弁
- 2 0 電子制御ユニット（E C U）
- 3 0 バッテリ
- 4 9 回路ユニット

請求の範囲

[請求項1] 1次コイル(2)および2次コイル(3)を有する点火コイル(4)と、前記2次コイルに接続する点火プラグ(5)とを備え、前記1次コイルへの通電のオンオフに伴う電磁誘導により、前記点火プラグの電極(8、9)間にエネルギーを投入して、混合気にアーク放電を発生させる内燃機関用の点火装置(1)において、

前記点火プラグとは別の電極(16、17)を備え、前記アーク放電を発生させる前に、前記混合気にプラズマ放電を発生させるプラズマ装置(10)と、

前記1次コイルへの通電をオンオフすることにより、前記点火プラグに前記アーク放電を開始させる第1回路(11)と、

該第1回路の動作で開始したアーク放電中に、前記第1回路による通電方向とは逆の方向に前記1次コイルへ通電することにより、前記2次コイルの通電を前記第1回路の動作で開始したのと同じ方向に通電方向を維持して、前記点火プラグの電極間にエネルギーを投入し続け、前記アーク放電を継続させる第2回路(12)と、

前記第1回路、前記第2回路、および、前記プラズマ装置の動作を制御する制御部(13)と、を備える点火装置。

[請求項2] 前記制御部は、

前記第1回路および前記第2回路に対する制御モードとして、前記プラズマ装置を動作させるときに使用する第1モードと、前記プラズマ装置を動作させないときに使用する第2モードと、を有し、

前記第1モードでは、前記第1回路および前記第2回路によるエネルギー投入期間が前記第2モードより短く、前記第1回路および前記第2回路によるエネルギー投入量が前記第2モードより低い、請求項1に記載の点火装置。

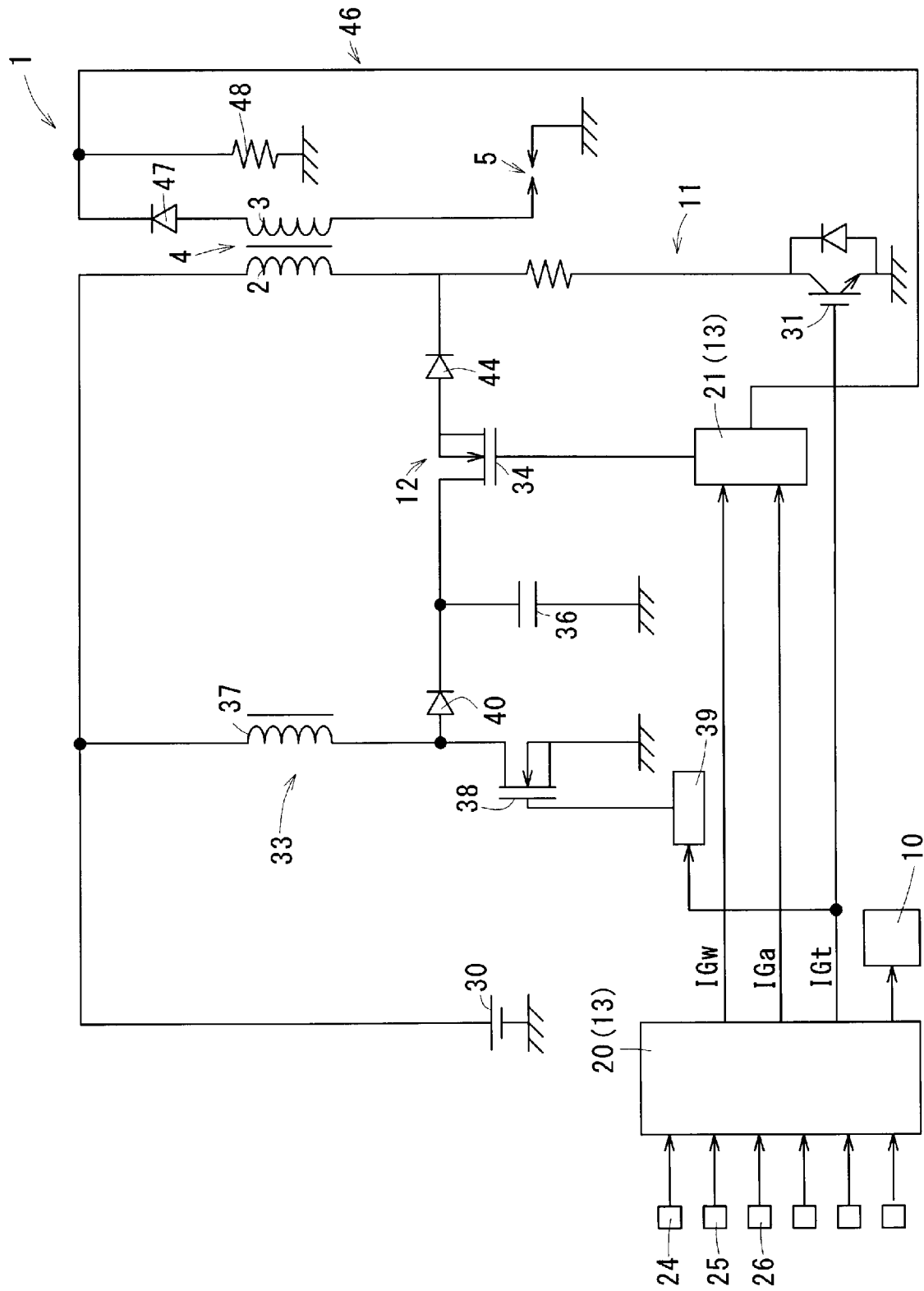
[請求項3] 前記制御部は、

前記第1モードにおいて、前記プラズマ装置における電極間の電圧

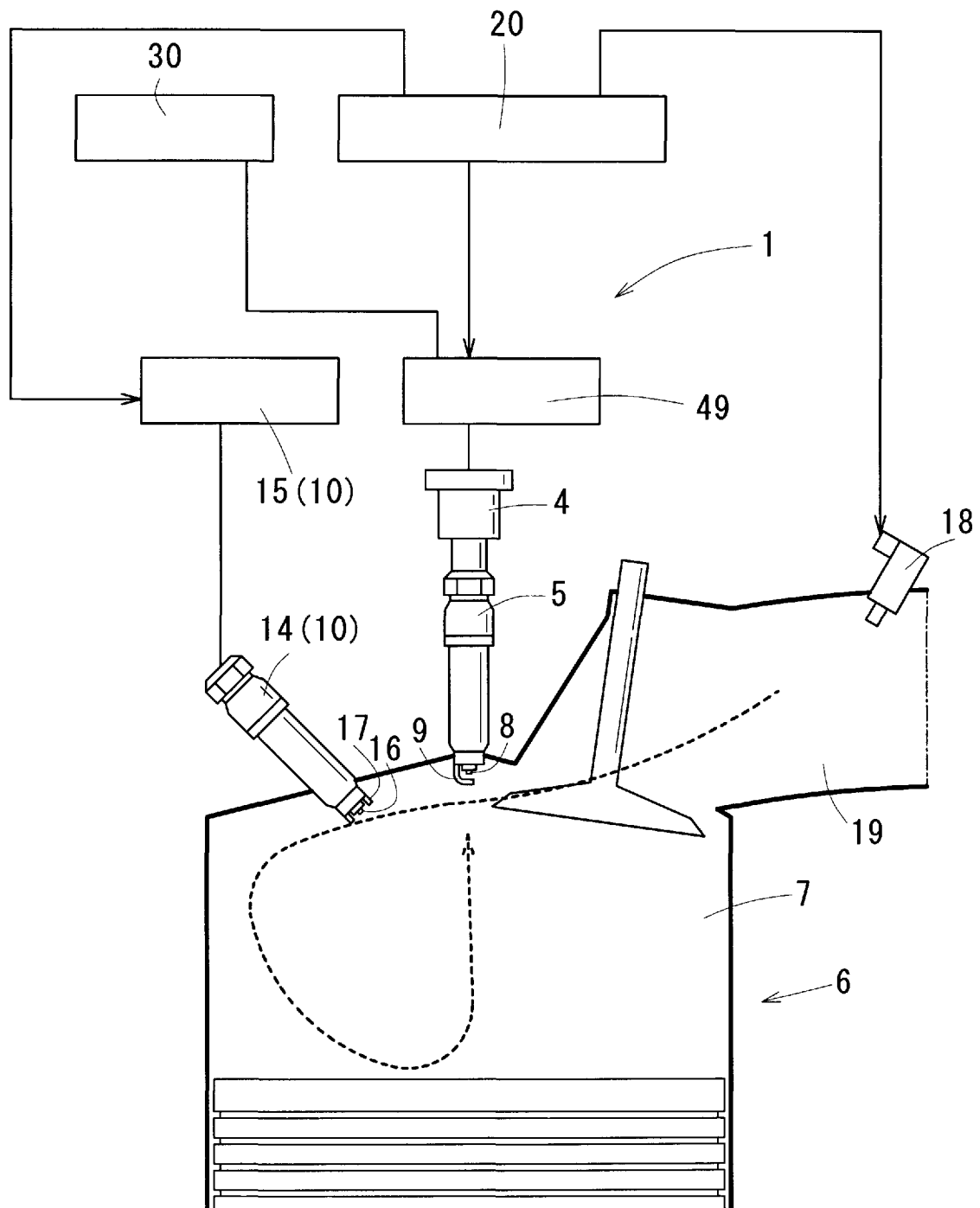
印加周波数を、前記エネルギー投入期間および前記エネルギー投入量に応じて変更する、請求項 2 に記載の点火装置。

[請求項 4] 前記混合気の流れに関し、前記プラズマ装置の電極よりも上流側で燃料が噴射される、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の点火装置。

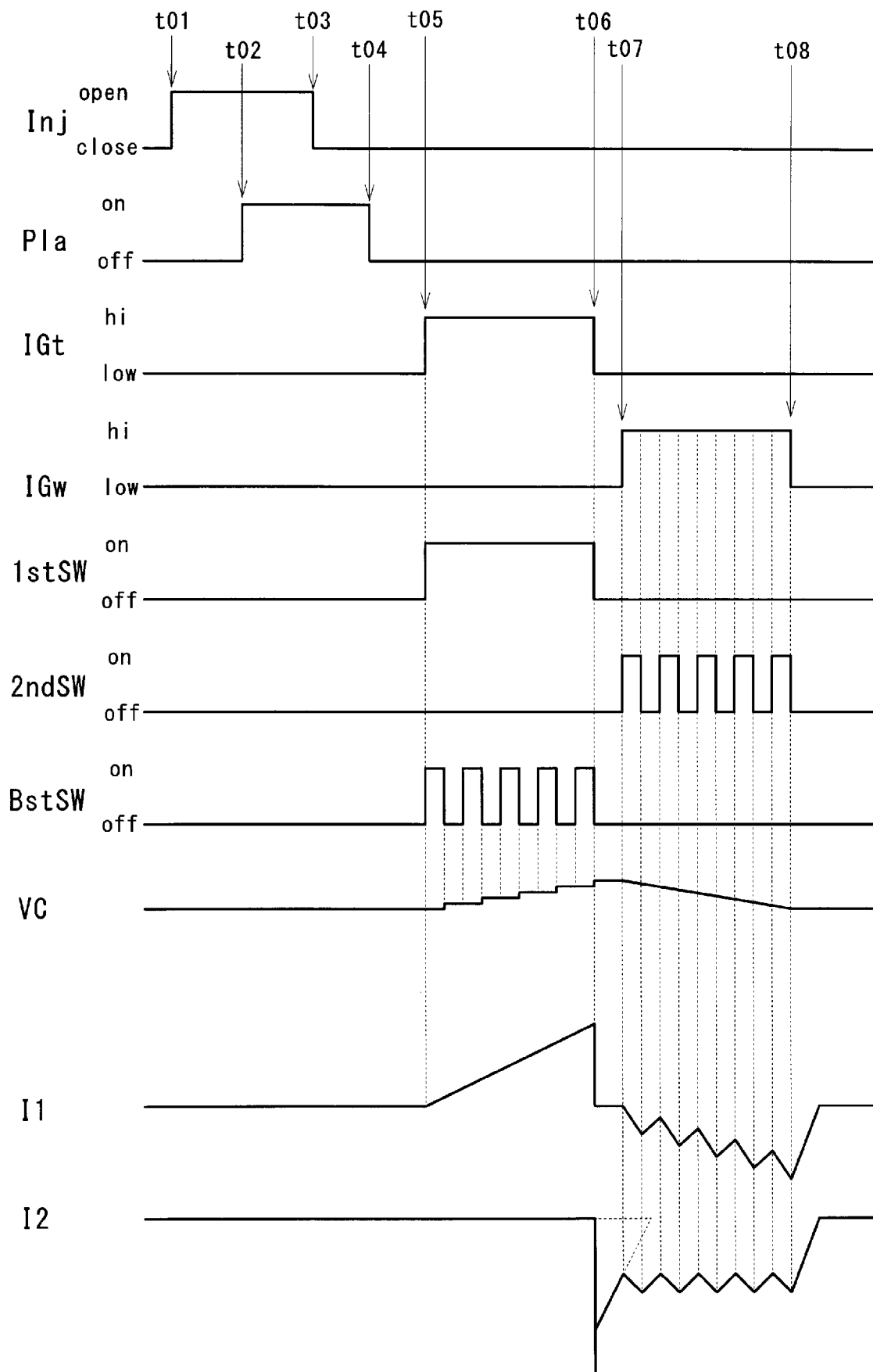
[図1]



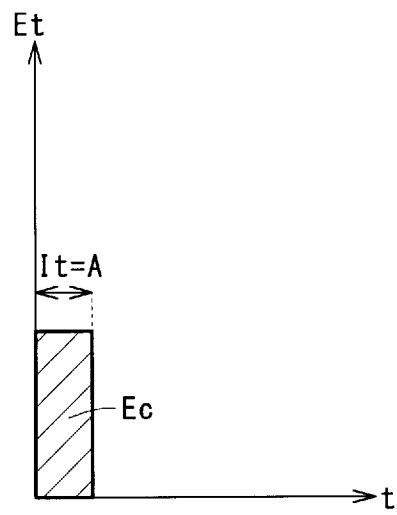
[図2]



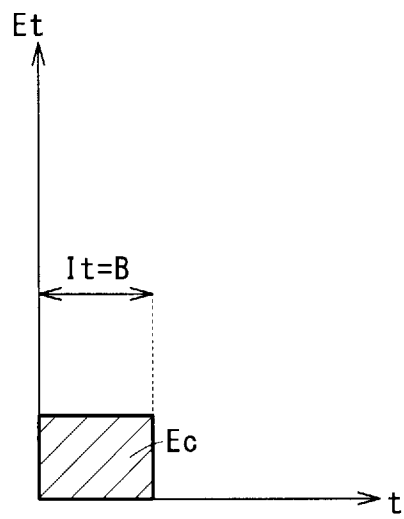
[図3]



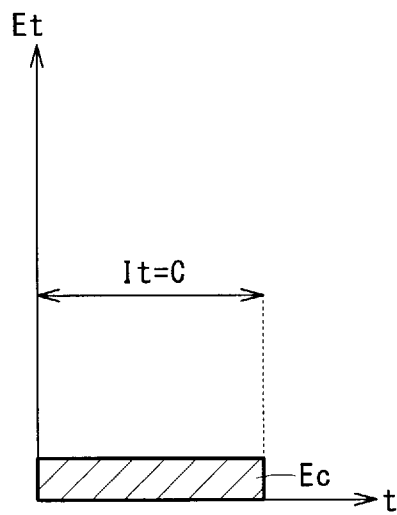
[図4A]



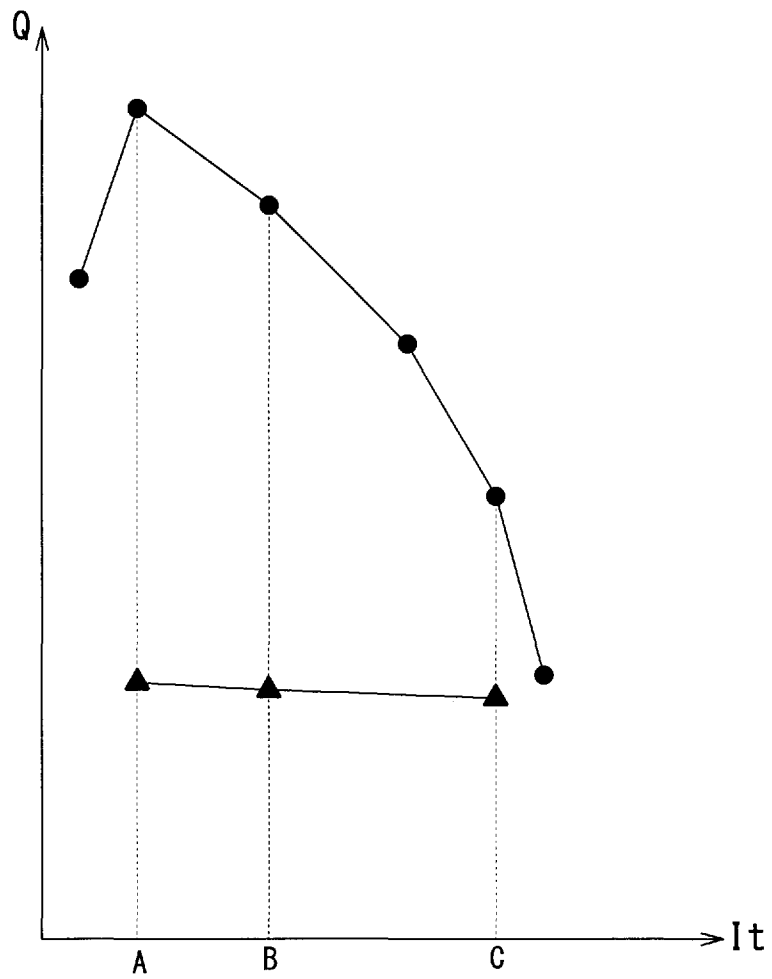
[図4B]



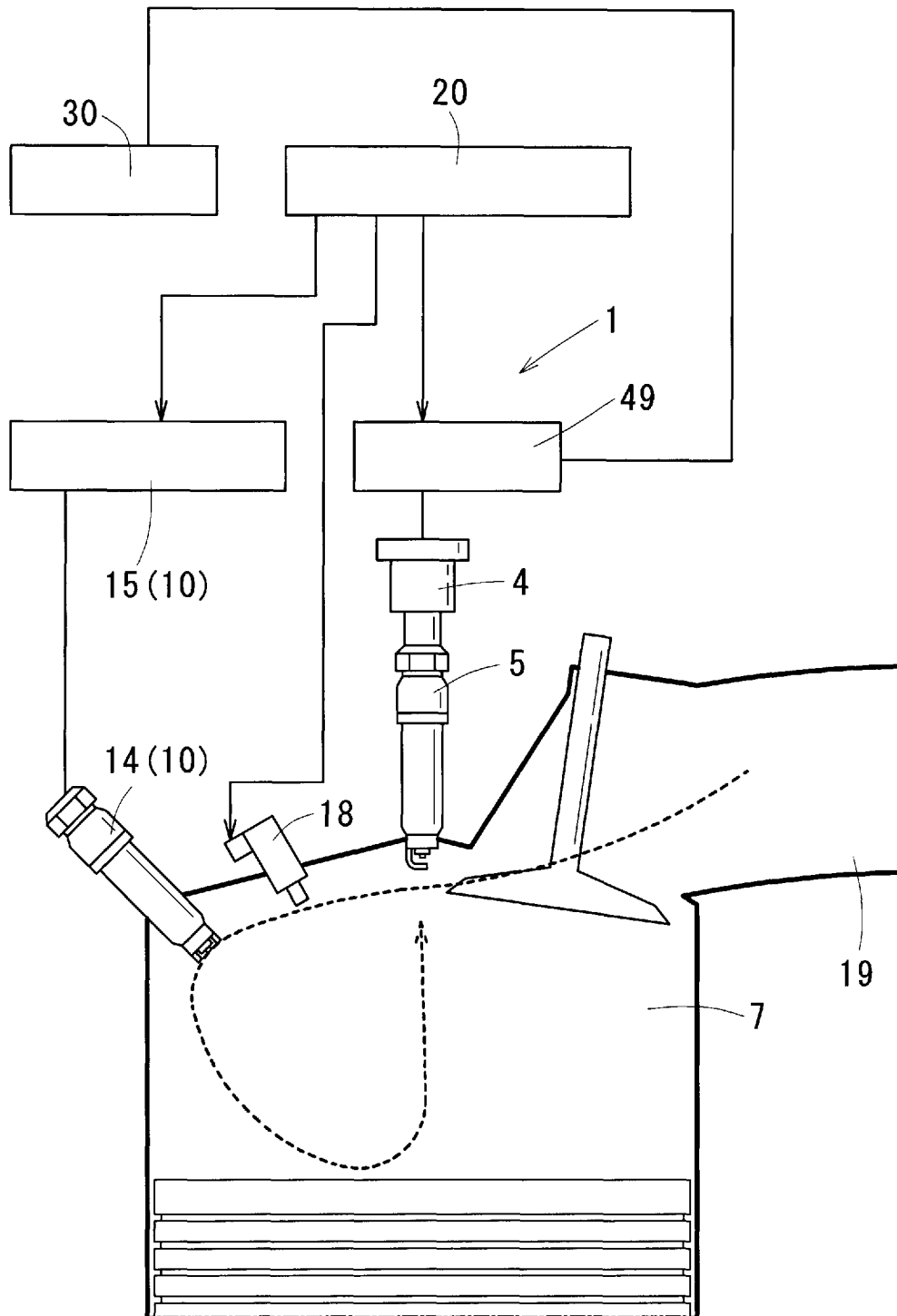
[図4C]



[図5]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/074523

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02P3/00(2006.01)i, F02P3/01(2006.01)i, F02P23/04(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, F02P3/01, F02P23/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-223189 A (Toyota Motor Corp.), 07 October 2010 (07.10.2010), paragraphs [0010] to [0017]; fig. 1 (Family: none)	1-4
Y	JP 2015-25397 A (Denso Corp.), 05 February 2015 (05.02.2015), paragraph [0007]; fig. 1 & WO 2014/189064 A1 & KR 10-2016-0003789 A & CN 105247203 A & EP 3006725 A1 paragraph [0028]; fig. 11 & US 2016/0102648 A1	1-4

☒ 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
05 October 2016 (05.10.16)

Date of mailing of the international search report
18 October 2016 (18.10.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/074523

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 2009-36125 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 19 February 2009 (19.02.2009), paragraph [0027]; fig. 3 & US 2009/0031988 A1 paragraph [0053]; fig. 4A to 4D & EP 2025927 A2	3-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02P3/00(2006.01)i, F02P3/01(2006.01)i, F02P23/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02P3/00, F02P3/01, F02P23/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-223189 A（トヨタ自動車株式会社）2010.10.07, [0010]-[0017], 図1（ファミリーなし）	1-4
Y	JP 2015-25397 A（株式会社デンソー）2015.02.05, [0007], 図1 & WO 2014/189064 A1 & KR 10-2016-0003789 A & CN 105247203 A & EP 3006725 A1, [0028], FIG. 11 & US 2016/0102648 A1	1-4
Y	JP 2009-36125 A（日産自動車株式会社）2009.02.19, [0027], 図3 & US 2009/0031988 A1, [0053], FIGS. 4A-4D & EP 2025927 A2	3-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

05.10.2016

国際調査報告の発送日

18.10.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

小林 勝広

3S

9061

電話番号 03-3581-1101 内線 3391