

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6489929号
(P6489929)

(45) 発行日 平成31年3月27日(2019.3.27)

(24) 登録日 平成31年3月8日(2019.3.8)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 P 3/00 (2006.01)

F O 2 P 3/00 B

F O 2 P 15/10 (2006.01)

F O 2 P 15/10 3 O 1 C

請求項の数 7 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-100264 (P2015-100264)
 (22) 出願日 平成27年5月15日 (2015.5.15)
 (65) 公開番号 特開2016-217189 (P2016-217189A)
 (43) 公開日 平成28年12月22日 (2016.12.22)
 審査請求日 平成30年4月25日 (2018.4.25)

(73) 特許権者 000004695
 株式会社 S O K E N
 愛知県日進市米野木町南山500番地20
 (73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 100080045
 弁理士 石黒 健二
 (74) 代理人 100124752
 弁理士 長谷 真司
 (72) 発明者 小菅 英明
 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式
 会社日本自動車部品総合研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 点火装置

(57) 【特許請求の範囲】

【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にエネルギーを投入して火花放電を発生させる内燃機関(6)用の点火装置(1)において、

前記1次コイルへの通電をオンオフすることで、前記点火プラグに火花放電を開始させる第1回路(11)と、

この第1回路の動作によって開始した火花放電中に、前記第1回路による通電方向とは逆の方向に前記1次コイルに通電することで、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維持して前記点火プラグにエネルギーを投入し続け、火花放電を継続させる第2回路(12)と、

前記第1回路および前記第2回路の動作を制御する制御部(13、14、15)とを備え、

この制御部は、

前記点火プラグの電極(8、9)間における火花放電の経路長(L)を推定するとともに、この経路長に対する閾値($\varepsilon 1$)を有し、

前記第2回路に対する制御モードに関し、前記経路長の推定値が前記閾値よりも大きいときに適用する通常モードと、前記経路長の推定値が前記閾値よりも小さいときに適用する特異モードとを有し、

前記特異モードでは、前記第2回路によるエネルギーの投入量(E)を、前記通常モードよりも増やし、

また、前記点火装置は、

前記2次コイルに発生する電圧である2次電圧、または、前記点火プラグの電極間の抵抗値の少なくとも一方を検出または推定する第1検出部(32、33)と、

前記内燃機関の気筒(7)内の流速である筒内流速(v)、前記内燃機関の気筒内の圧力である筒内圧力(P)、および、空燃比(AFR)の少なくとも1つを検出または推定する第2検出部(17、18、19)とを備え、

前記制御部は、前記第1検出部により検出または推定した物理量と、前記第2検出部により検出または推定した物理量とに基づき、前記経路長を推定することを特徴とする点火装置。

10

【請求項2】

1次コイルおよび2次コイルを有する点火コイルと、前記2次コイルに接続する点火プラグとを備え、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にエネルギーを投入して火花放電を発生させる点火装置において、

前記1次コイルへの通電をオンオフすることで、前記点火プラグに火花放電を開始させる第1回路と、

この第1回路の動作によって開始した火花放電中に、前記第1回路による通電方向とは逆の方向に前記1次コイルに通電することで、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維持して前記点火プラグにエネルギーを投入し続け、火花放電を継続させる第2回路と、

20

前記第1回路および前記第2回路の動作を制御する制御部とを備え、

この制御部は、

前記点火プラグの電極間における火花放電の経路長(L)を推定してこの経路長の時間変化率($\Delta L / \Delta t$)を算出するとともに、この時間変化率に対する閾値($\varepsilon 2$)を有し、

前記第2回路に対する制御モードに関し、前記時間変化率の算出値が前記閾値よりも大きいときに適用する通常モードと、前記時間変化率の算出値が前記閾値よりも小さいときに適用する特異モードとを有し、

前記特異モードでは、前記第2回路によるエネルギーの投入量を、前記通常モードよりも増やし、

30

また、前記点火装置は、

前記2次コイルに発生する電圧である2次電圧、または、前記点火プラグの電極間の抵抗値の少なくとも一方を検出または推定する第1検出部(32、33)と、

前記内燃機関の気筒(7)内の流速である筒内流速(v)、前記内燃機関の気筒内の圧力である筒内圧力(P)、および、空燃比(AFR)の少なくとも1つを検出または推定する第2検出部(17、18、19)とを備え、

前記制御部は、前記第1検出部により検出または推定した物理量と、前記第2検出部により検出または推定した物理量とに基づき、前記経路長を推定することを特徴とする点火装置。

40

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の点火装置において、

前記制御部は、前記経路長の時間変化率を算出するとともに、前記特異モードでは前記火花放電の経路(38)の短絡を監視し、短絡発生時には、短絡発生に伴う前記時間変化率の変動幅が大きいほど、前記第2回路によるエネルギーの投入量を増やすことを特徴とする点火装置。

【請求項4】

請求項1ないし請求項3の内のいずれか1つに記載の点火装置において、

前記制御部は、前記経路長の時間変化率を算出するとともに、前記特異モードでは前記火花放電の経路の短絡を監視し、さらに、短絡が発生した後、前記第1回路による火花放

50

電の再開が必要か否かの判定を行い、

また、前記制御部は、

最初の短絡時期に対する閾値 ($\varepsilon 3$)、最初の短絡後の前記経路長の時間変化率に対する閾値 ($\varepsilon 4$)、および、最初の短絡時期から次の短絡時期までのインターバルに対する閾値 ($\varepsilon 5$) を有し、

前記火花放電の再開が必要か否かの判定に関し、前記最初の短絡時期が前記最初の短絡時期に対する閾値よりも早く、かつ、前記時間変化率が前記時間変化率に対する閾値よりも小さく、かつ、前記インターバルが前記インターバルに対する閾値よりも長くなったときに、前記第 1 回路による火花放電の再開が必要であると判定して前記第 2 回路によるエネルギーの投入を停止し、前記第 1 回路を動作させて火花放電を再開することを特徴とする点火装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 の内のいずれか 1 つに記載の点火装置において、

前記制御部は、前記特異モードでは前記火花放電の経路の短絡を監視し、短絡発生に伴う前記経路長の変動幅が大きいほど、前記第 2 回路によるエネルギーの投入量を増やすことを特徴とする点火装置。

【請求項 6】

請求項 3 ないし請求項 5 の内のいずれか 1 つに記載の点火装置において、

前記 2 次コイルに発生する電圧である 2 次電圧を検出する 2 次電圧検出部 (32) と、前記 2 次コイルの通電量である 2 次電流を検出する 2 次電流検出部 (32、33) とを備え、

20

前記制御部は、

前記 2 次電圧の検出値に対する閾値 ($\varepsilon 6$)、前記 2 次電流の検出値に対する閾値 ($\varepsilon 7$)、および、前記 2 次電圧の時間変化率に対する閾値 ($\varepsilon 8$) を有し、

前記 2 次電圧の検出値が前記 2 次電圧の検出値に対する閾値以下となり、前記 2 次電流の検出値が前記 2 次電流の検出値に対する閾値以下となり、かつ、前記 2 次電圧の時間変化率が前記 2 次電圧の時間変化率に対する閾値以上となった時に、短絡が発生したものとみなすことを特徴とする点火装置。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 6 の内のいずれか 1 つに記載の点火装置において、

30

前記制御部は、前記特異モードにおいて、前記第 2 回路によりエネルギーを投入すべき期間 (τ)、前記 2 次コイルの通電量である 2 次電流、および、前記 2 次コイルに発生する電圧である 2 次電圧の少なくとも 1 つを増やすことにより、前記第 2 回路によるエネルギーの投入量を増やすことを特徴とする点火装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関用の点火装置に関する。

【背景技術】

【0002】

40

従来から、点火装置では、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、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にエネルギーを投入して火花放電を発生させるものが周知である。

さらに、点火装置では、一旦、発生した火花放電を継続させる技術として、次のような、第 1、第 2 回路を備えるものが公知となっている。

【0003】

すなわち、第 1 回路は、1 次コイルへの通電をオンオフすることで、点火プラグに火花放電を開始させるものであり、従来周知の点火回路である。そして、第 1 回路は、例えば、バッテリー 21 の + 極と 1 次コイルの + 端子とを接続するとともに、1 次コイルの - 端子をアースに接続し、1 次コイルの - 側に、放電開始用のスイッチ (以下、第 1 スイッチと

50

呼ぶ。)を配置することで構成されている。

【0004】

また、第2回路は、第1回路の動作によって開始した火花放電中に、第1回路による通電方向とは逆の方向に1次コイルに通電することで、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方向に維持して点火プラグにエネルギーを投入し続け、火花放電を継続させるものである。そして、第2回路は、例えば、第1回路に対し1次コイルと点火用のスイッチとの間に接続するとともに、昇圧回路から1次コイルへの電力供給をオンオフするスイッチ(以下、第2スイッチと呼ぶ。)を配置することで構成されている(例えば、特許文献1参照。)

【0005】

このような構成により、昇圧回路の電気エネルギーを第2スイッチのオンオフにより1次コイルの-側から投入して火花放電を継続させることで、点火プラグの負担を軽減しながら、かつ、無駄な電力消費を抑えながら、火花放電を継続させることができるとしている。

【0006】

ところで、内燃機関用の点火装置では、燃焼変動を抑制するべく、火花放電の開始から着火までの期間のバラツキ(以下、着火バラツキと呼ぶことがある。)を低減することが要求されている。ここで、着火バラツキは、エネルギーの投入量を全ての燃焼サイクルで一律に大きくすることで、低減することが可能である。しかし、エネルギーの投入量の増大は、点火プラグの負担が増すとともに、電力消費量も増加する。このため、エネルギーの投入量を一律に増やすことなく、着火バラツキを低減する方法が求められている。

【0007】

なお、特許文献2には、内燃機関用の点火装置において、いわゆる「吹き消え」を抑制する方法が開示されている。ここで、吹き消えとは、気流により火花放電の経路が引き伸ばされて切れてしまい、再度、火花放電が発生する現象である。しかし、特許文献2には、着火バラツキを課題視する記載は見られず、着火バラツキの低減に関し、何ら、示唆を与えるものではない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2014-218995号公報

【特許文献2】特開2013-024060号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、第2回路を設けて火花放電を継続させる点火装置において、エネルギーの投入量を一律に増やすことなく、着火バラツキを低減することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の点火装置は、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、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にエネルギーを投入して火花放電を発生させるものであり、内燃機関用である。

【0011】

また、点火装置は、次の第1、第2回路および制御部を備える。まず、第1回路は、1次コイルへの通電をオンオフすることで、点火プラグに火花放電を開始させる。また、第2回路は、第1回路の動作によって開始した火花放電中に、第1回路による通電方向とは逆の方向に1次コイルに通電することで、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方向に維持して点火プラグにエネルギーを投入し続け、火花放電を継続させる。さらに、制御部は、第1、第2回路の動作を制御する。

【 0 0 1 2 】

また、制御部は、点火プラグの電極間における火花放電の経路長を推定するとともに、経路長に対する閾値を有する。さらに、制御部は、第2回路に対する制御モードに関し、経路長の推定値が閾値よりも大きいときに適用する通常モードと、経路長の推定値が閾値よりも小さいときに適用する特異モードとを有する。そして、特異モードでは、第2回路によるエネルギーの投入量を、通常モードよりも増やす。

また、点火装置は、次の第1、第2検出部を備える。すなわち、第1検出部は、2次コイルに発生する電圧である2次電圧、または、点火プラグの電極間の抵抗値の少なくとも一方を検出または推定する。第2検出部は、内燃機関の気筒内の流速である筒内流速、内燃機関の気筒内の圧力である筒内圧力、および、空燃比の少なくとも1つを検出または推定する。そして、制御部は、第1検出部により検出または推定した物理量と、第2検出部により検出または推定した物理量とに基づき、経路長を推定する。

10

【 0 0 1 3 】

本発明では、着火バラツキに関し、特に、経路長が短いことで着火が遅れることに着目する。すなわち、着火は、気筒内の気流により火花放電が伸ばされて経路長が長くなることで可能になるため、経路長の伸びが小さい場合、着火が遅れてしまう可能性がある。

【 0 0 1 4 】

そこで、本発明では、火花放電の経路長を推定するとともに、経路長に対して閾値を設定し、経路長の推定値が閾値よりも小さいときに特異モードを適用し、経路長の推定値が小さいほど、第2回路によるエネルギーの投入量を増やす。

20

これにより、火花放電の経路長の伸びが小さいことに起因する着火の遅れを抑制することができる。このため、第2回路を設けて火花放電を継続させる点火装置において、エネルギーの投入量を一律に増やすことなく、着火バラツキを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図1】点火装置の構成図である（実施例）。

【図2】点火装置および内燃機関を含む全体構成図である（実施例）。

【図3】（a）は閾値判定OK時の放電経路を示す説明図であり、（b）は閾値判定NG時の放電経路を示す説明図であり、（c）は短絡時の放電経路を示す説明図であり、（d）は沿面放電時の放電経路を示す説明図である（実施例）。

30

【図4】点火装置の正常時の動作を示すタイムチャートである（実施例）。

【図5】火花放電の経路長と放電経路の抵抗値との相関を示す特性図である（実施例）。

【図6】（a）は経路長の時間変化率が大きいとき、小さいとき両方の経路長の経時変化を示すタイムチャートであり、（b）は短絡時の経路長の変動が大きいときの経路長の経時変化を示すタイムチャートであり、（c）は短絡後に経路長が伸びずに停滞しているときの経路長の経時変化を示すタイムチャートである（実施例）。

【図7】点火装置の制御方法を示すフローチャートである（実施例）。

【図8】（a）は短絡時の時間変化率の変動幅とエネルギーの投入量との関係を示す説明図であり、（b）は短絡時の経路長の変動幅とエネルギーの投入量との関係を示す説明図である（実施例）。

40

【図9】着火遅れとエネルギーの投入量との関係を示す特性図である（実施例）。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

以下において、発明を実施するための形態を、実施例を用いて説明する。なお、実施例は具体的な一例を開示するものであり、本発明が実施例に限定されないことは言うまでもない。

【実施例】

【 0 0 1 7 】

〔実施例の構成〕

図1～図3を参照して実施例の点火装置1を説明する。

50

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、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火花放電を発生させるものである。また、点火装置 1 は、車両走行用の内燃機関 6 に搭載され、所定の点火時期に気筒 7 内の混合気に点火するものである。

【0018】

なお、点火プラグ 5 は、周知構造を有するものであり、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、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 との間で火花放電を生じさせる（図 3 参照。）。 10

また、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）が可能な直噴式であり、気筒 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。

以下、点火装置 1 について詳述する。

【0019】

点火装置 1 は、次の第 1、第 2 回路 11、12、および、制御部 13 を備える。まず、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で、点火プラグ 5 に火花放電を開始させる。また、第 2 回路 12 は、第 1 回路 11 の動作によって開始した火花放電中に、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方向に維持して点火プラグ 5 にエネルギーを投入し続け、火花放電を継続させる。また、制御部 13 は、第 1、第 2 回路 11、12 の動作を制御する部分であり、次の電子制御ユニット（以下、ECU 14 と呼ぶ。）およびドライバ 15 等により構成される。 20

【0020】

ここで、ECU 11 は、内燃機関 6 に対する制御の中枢を成すものであり、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 への通電を制御し、1 次コイル 2 への通電を制御することで 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 の火花放電を制御する（点火信号 I G t および放電継続信号 I G w については後述する。）。 30

【0021】

なお、ECU 14 は、車両に搭載されて内燃機関 6 の運転状態や制御状態を示すパラメータを検出する各種センサから信号が入力される。また、ECU 14 は、入力された信号を処理する入力回路、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を行う CPU、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各種のメモリ、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出力回路等を備えて構成される。

【0022】

また、ECU 14 に信号を出力する各種センサとは、例えば、内燃機関 6 の回転数を検出する回転数センサ 17、内燃機関 6 に吸入される吸入空気の圧力を検出する吸気圧センサ 18、および、混合気の空燃比を検出する空燃比センサ 19 等である。そして、ECU 14 は、これらセンサから得られるパラメータの検出値に基づき、内燃機関 6 における点火制御や燃料噴射制御を実行する。 40

【0023】

第 1 回路 11 は、例えば、バッテリー 21 の + 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し、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 22 と呼ぶ。）を配置することで構成されている。

【0024】

そして、第 1 回路 11 は、第 1 スイッチ 22 のオンオフにより、1 次コイル 2 にエネルギーを蓄えさせるとともに、1 次コイル 2 に蓄えたエネルギーを利用して 2 次コイル 3 に 50

高電圧を発生させ、点火プラグ 5 に火花放電を開始させる。

以下、第 1 回路 1 1 の動作により発生した火花放電を主点火と呼ぶことがある。また、1 次コイル 2 の通電方向（つまり 1 次電流の方向）は、バッテリー 2 1 から第 1 スイッチ 2 2 に向かう方向をプラスとする。

【 0 0 2 5 】

より具体的に説明すると、第 1 回路 1 1 は、E C U 1 4 から点火信号 I G t が与えられる期間に第 1 スイッチ 2 2 をオンすることで、1 次コイル 2 にバッテリー 2 1 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 1 1 は、第 1 スイッチ 2 2 のオフにより、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。

10

なお、第 1 スイッチ 2 2 は、パワートランジスタ、M O S 型トランジスタ、サイリスタ等である。また、点火信号 I G t は、第 1 回路 1 1 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。

【 0 0 2 6 】

第 2 回路 1 2 は、第 1 回路 1 1 に対し 1 次コイル 2 と第 1 スイッチ 2 2 との間に接続するとともに、昇圧回路 2 3 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 2 4 と呼ぶ。）を配置することで構成されている。

ここで、昇圧回路 2 3 は、E C U 1 4 から点火信号 I G t が与えられる期間においてバッテリー 2 1 の電圧を昇圧してコンデンサ 2 6 に蓄えるものである。より具体的に、昇圧回路 2 3 は、コンデンサ 2 6、チョークコイル 2 7、昇圧スイッチ 2 8、昇圧ドライバ 2 9 およびダイオード 3 0 を備えて構成されている。

20

【 0 0 2 7 】

チョークコイル 2 7 は一端がバッテリー 2 1 のプラス電極に接続され、昇圧スイッチ 2 8 によりチョークコイル 2 7 の通電状態が断続される。また、昇圧ドライバ 2 9 は、昇圧スイッチ 2 8 に制御信号を与えて昇圧スイッチ 2 8 をオンオフさせるものである。そして、昇圧スイッチ 2 8 のオンオフ動作により、チョークコイル 2 7 に発生した磁気的なエネルギーを、コンデンサ 2 6 で電氣的なエネルギーとして蓄える。

【 0 0 2 8 】

なお、昇圧ドライバ 2 9 は、E C U 1 4 から点火信号 I G t が与えられる期間において昇圧スイッチ 2 8 を所定周期で繰り返しオンオフするように設けられている。また、ダイオード 3 0 は、コンデンサ 2 6 に蓄えたエネルギーがチョークコイル 2 7 の側へ逆流するのを防ぐものである。さらに、昇圧スイッチ 2 8 は、例えば、M O S 型トランジスタである。

30

【 0 0 2 9 】

第 2 回路 1 2 は、次の第 2 スイッチ 2 4 およびダイオード 3 1 を備えて構成される。ここで、第 2 スイッチ 2 4 は、例えば、M O S 型トランジスタであり、コンデンサ 2 6 に蓄えたエネルギーを 1 次コイル 2 にマイナス側から投入するのをオンオフするものである。また、ダイオード 3 1 は、1 次コイル 2 から第 2 スイッチ 2 4 への電流の逆流を阻止するものである。そして、第 2 スイッチ 2 4 は、ドライバ 1 5 から与えられる制御信号によりオン動作することで、昇圧回路 2 3 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。

40

【 0 0 3 0 】

ドライバ 1 5 は、放電継続信号 I G w が与えられる期間において、第 2 スイッチ 2 4 をオンオフさせてコンデンサ 2 6 から 1 次コイル 2 に投入するエネルギーを制御することで、2 次コイル 3 の通電量である 2 次電流を制御する（以下、ドライバ 1 5 を投入ドライバ 1 5 と呼ぶ。）。ここで、放電継続信号 I G w は、主点火として発生した火花放電を継続する期間を指令する信号であり、より具体的には、第 2 スイッチ 2 4 にオンオフを繰り返させて昇圧回路 2 3 から 1 次コイル 2 にエネルギーを投入する期間を指令する信号である。

【 0 0 3 1 】

50

以上により、第2回路12は、第1回路11の動作によって開始した火花放電中に、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次電流を第1回路11の動作で開始したのと同方向に維持して点火プラグ5にエネルギーを投入し続け、火花放電を継続させる。

以下の説明では、第2回路12の動作により主点火に継続する火花放電を継続火花放電と呼ぶことがある。

【0032】

また、投入ドライバ15は、ECU14から2次電流の指令値を示す信号である電流指令信号IGAが与えられ、電流指令信号IGAに基づき2次電流を制御する。

ここで、2次コイル3の一端は上述したように点火プラグ5の中心電極8に接続し、2次コイル3の他端は、2次コイル3に発生する電圧である2次電圧、および、2次電流を検出して制御部13にフィードバックするF/B回路32に接続している。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34を介してF/B回路32に接続している。また、F/B回路32には、2次電流を検出するためのシャント抵抗33が接続している。

【0033】

そして、投入ドライバ15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IGAに基づき把握される2次電流の指令値とに基づき、第2スイッチ24のオンオフを制御する。すなわち、投入ドライバ15は、例えば、2次電流の検出値に対する上限下限の閾値を指令値に基づき設定し、検出値と上限、下限の閾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。より具体的には、投入ドライバ15は、2次電流の検出値が上限よりも大きくなったら制御信号の出力を停止し、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。

【0034】

なお、第1、第2回路11、12、F/B回路32および投入ドライバ15は、点火回路ユニット36として1つのケース内に収容配置され、点火プラグ5、点火コイル4および点火回路ユニット36は、気筒7の数と同数設けられて気筒7毎に設置される(図2参照)。

【0035】

次に、図4を参照して点火装置1の正常時の動作を説明する。

なお、図4において、「IGt」は点火信号IGtの入力状態をハイ/ローで表すものであり、「IGw」は放電継続信号IGwの入力状態をハイ/ローで表すものである。また、「I1」、「V1」はそれぞれ1次電流(1次コイル2に流れる電流値)、1次電圧(1次コイル2に印加される電圧値)を表し、「I2」、「V2」はそれぞれ2次電流(2次コイル3に流れる電流値)、2次電圧(2次コイル3に印加される電圧値)を表す。さらに、「Vdc」はコンデンサ26に蓄えられるエネルギーを電圧値で表すものである。

【0036】

点火信号IGtがローからハイへ切り替わると(時間t01参照)、点火信号IGtがハイの期間において、第1スイッチ22がオン状態を維持してプラスの1次電流が流れ、1次コイル2にエネルギーが蓄えられる。また、昇圧スイッチ28がオンオフを繰り返し、昇圧されたエネルギーがコンデンサ26に蓄えられる。

【0037】

やがて、点火信号IGtがハイからローへ切り替わると(時間t02参照)、第1スイッチ22がオフされ、1次コイル2の通電が遮断される。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において主点火が発生する。

点火プラグ5において主点火が発生した後、2次電流は略三角波形状で減衰する(I2の点線を参照)。そして、2次電流が下限の閾値に到達する前に、放電継続信号IGwがローからハイへ切り替わる(時間t03参照)。

【0038】

放電継続信号 I G w がローからハイへ切り替わると、第 2 スイッチ 2 4 がオンオフ制御されて、コンデンサ 2 6 に蓄えられていたエネルギーが、1 次コイル 2 のマイナス側に順次投入され、1 次電流は、1 次コイル 2 からバッテリー 2 1 のプラス電極に向かって流れる。より具体的には、第 2 スイッチ 2 4 がオンされる毎に 1 次コイル 2 からバッテリー 2 1 のプラス電極に向かう 1 次電流が追加され、1 次電流がマイナス側に増加していく（時間 $t_{03} \sim t_{04}$ 参照。）。

【0039】

そして、1 次電流が追加される毎に、主点火による 2 次電流と同方向の 2 次電流が 2 次コイル 3 に順次追加され、2 次電流は上限下限の間に維持される。

以上により、第 2 スイッチ 2 4 をオンオフ制御することで、2 次電流が火花放電を維持可能な程度に継続して流れる。その結果、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。

【0040】

なお、E C U 1 4 は、1 燃焼サイクルあたりの第 2 回路 1 2 によるエネルギーの投入量 E の目標値 E^* および 2 次電流 I 2 の指令値を記憶している。そして、E C U 1 4 は、投入量 E の目標値 E^* と 2 次電流 I 2 の指令値とに基づき、第 2 回路 1 2 によるエネルギーの投入期間 τ を設定し、投入期間 τ として定められた期間において放電継続信号 I G w の出力を維持する。

【0041】

〔実施例の特徴〕

次に、実施例の特徴的な構成について説明する。

まず、制御部 1 3 としての E C U 1 4 は、放電継続信号 I G w の出力が続く期間において、点火プラグ 5 の電極間における放電経路 3 8 の長さ（以下、経路長 L と呼ぶ。）を推定し、さらに、時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ を算出する。また、E C U 1 4 は、経路長 L に対する閾値（以下、第 1 の閾値 ε_1 と呼ぶ。）、時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ に対する閾値（以下、第 2 の閾値 ε_2 と呼ぶ。）を有する。そして、E C U 1 4 は、第 2 回路 1 2 に対する制御モードに関し、次の通常モードと特異モードとを有する。

【0042】

ここで、通常モードとは、経路長 L の推定値が第 1 の閾値 ε_1 よりも大きく、かつ、時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の算出値が第 2 の閾値 ε_2 よりも大きいときに適用するモードである。また、特異モードとは、経路長 L の推定値が第 1 の閾値 ε_1 よりも小さいとき、または、時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の算出値が第 2 の閾値 ε_2 よりも小さいときに適用するモードである。そして、経路長 L の推定値が第 1 の閾値 ε_1 よりも小さいとき、または、時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の算出値が第 2 の閾値 ε_2 よりも小さいときに、目標値 E^* を増量する。

【0043】

つまり、E C U 1 4 は、第 2 回路 1 2 によりエネルギーを投入している間、経路長 L および時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ を閾値判定に基づいて監視する。そして、E C U 1 4 は、経路長 L および時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の少なくとも一方が小さくなり過ぎたときに（図 3（b）、図 6（a）参照。）、着火が遅れるものとみなし、着火の遅れを抑制するため特異モードを採用し、目標値 E^* を増やす。

なお、特異モードを採用するか否かの判定、つまり、着火遅れの可能性が高いか否かの判定は、第 2 回路によるエネルギーの投入が開始してから、所定の時間が経過してから行われる。

【0044】

また、目標値 E^* の増量幅 ΔE_1 に関しては、種々の態様を考えることができ、増量幅 ΔE_1 を一定値にしてもよく、増量幅 ΔE_1 を可変にしてもよい。増量幅 ΔE_1 を可変にする場合、例えば、経路長 L に対する閾値判定により特異モードが適用されたときには、経路長 L の推定値が小さいほど増量幅 ΔE_1 を大きくしたり、時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ に対する閾値判定により特異モードが適用されたときには、時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の推定値が小さいほど増量幅 ΔE_1 を大きくしたりしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

また、経路長 L の推定は、例えば、放電経路 38 の抵抗値、内燃機関 6 の気筒 7 内の流速である筒内流速 v 、内燃機関 6 の気筒 7 内の圧力である筒内圧力 P 、および、空燃比 $A F R$ に基づいて行われる。より具体的には、 $E C U 14$ は、2 次電圧および 2 次電流の検出値に基づき、放電経路 38 の抵抗値を算出し、予め実験等により作成した抵抗値と経路長 L との相関（図 5 参照。）を用いて経路長 L を推定する。さらに、 $E C U 14$ は、経路長 L の推定値を筒内流速 v 、筒内圧力 P および空燃比 $A F R$ を用いて補正し、補正後の数値を経路長 L の推定値とする。

【 0 0 4 6 】

このとき、筒内流速 v の数値には、例えば、回転数センサ 17 から得られる回転数の検出値に基づき推定された数値が用いられ、筒内圧力 P の数値には、例えば、吸気圧センサ 18 から得られる吸気圧の検出値に基づき推定された数値が用いられる。また、空燃比 $A F R$ の数値には空燃比センサ 19 の検出値が用いられる。さらに、筒内流速 v 、筒内圧力 P および空燃比 $A F R$ による経路長 L の補正には、予め実験等により作成したマップデータが用いられる。

【 0 0 4 7 】

また、 $E C U 14$ は、特異モードの選択後、放電経路 38 の短絡（図 3（c）、図 6（b）、（c）参照。）を監視する。つまり、 $E C U 14$ は、特異モードの選択後、短絡が発生したか否かの判定を行う（短絡の判定方法は後述する。）。そして、 $E C U 14$ は、短絡が発生したと判定した場合、目標値 E^* を更に増やす。

【 0 0 4 8 】

また、目標値 E^* の更なる増量幅に関しては、種々の態様を考えることができ、更なる増量幅を一定値にしてもよく、更なる増量幅を可変にしてもよい。更なる増量幅を可変にする場合、例えば、短絡発生に伴う経路長 L の変動幅が大きいほど（図 6（b）参照。）、また、短絡発生に伴う時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の変動幅が大きいほど、更なる増量幅を大きくする。具体的には、短絡発生前後での経路長 L の差分または比が大きいほど、更なる増量幅を大きくする。また、短絡発生前後での時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の差分または比が大きいほど、更なる増量幅を大きくする。

【 0 0 4 9 】

なお、以下の説明では、更なる増量幅の内、短絡発生に伴う経路長 L の変動幅により算出される部分を増量幅 $\Delta E 2$ と呼び、短絡発生に伴う時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の変動幅により算出される部分を増量幅 $\Delta E 3$ と呼ぶ。

【 0 0 5 0 】

さらに、 $E C U 14$ は、短絡が発生したと判定した後、一旦、第 2 回路 12 によるエネルギー投入を停止して、再度、第 1 回路 11 により火花放電を再開するか否かの判定を行う。つまり、短絡発生後、経路長 L が伸びずに短いまま停滞したり（図 6（c）参照。）、沿面放電が発生したりすると（図 3（d）参照。）、着火が大幅に遅れることから、一旦、第 2 回路 12 によるエネルギー投入を停止して、再度、第 1 回路 11 により火花放電を再開の方が好ましい。そこで、 $E C U 14$ は、再放電が必要か否かを判定するため、次のような判定基準を有する。

【 0 0 5 1 】

すなわち、 $E C U 14$ は、最初の短絡時期に対する閾値（以下、第 3 の閾値 $\varepsilon 3$ と呼ぶ。）、最初の短絡後の時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ に対する閾値（以下、第 4 の閾値 $\varepsilon 4$ と呼ぶ。）、および、最初の短絡時期から次の短絡時期までのインターバルに対する閾値（以下、第 5 の閾値 $\varepsilon 5$ と呼ぶ。）を有する。そして、 $E C U 14$ は、最初の短絡時期が第 3 の閾値 $\varepsilon 3$ よりも早く、かつ、最初の短絡後の時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ が第 4 の閾値 $\varepsilon 4$ よりも小さく、かつ、インターバルが第 5 の閾値 $\varepsilon 5$ よりも長くなったときに、再放電が必要と判定し、第 2 回路 12 によるエネルギーの投入を停止し、第 1 回路 11 を動作させて主点火を発生させ、火花放電を再開する。

【 0 0 5 2 】

なお、短絡の判定は、2次電圧および2次電流の検出値を用いて行われる。

すなわち、ECU14は、2次電圧の検出値に対する閾値（以下、第6の閾値 ε_6 と呼ぶ。）、2次電流の検出値に対する閾値（以下、第7の閾値 ε_7 と呼ぶ。）、および、2次電圧の時間変化率 $\Delta V_2 / \Delta t$ に対する閾値（以下、第8の閾値 ε_8 と呼ぶ。）を有する。そして、ECU14は、特異モード移行後、2次電圧の検出値が第6の閾値 ε_6 以下であり、2次電流の検出値が第7の閾値 ε_7 以下であり、かつ、2次電圧の時間変化率 $\Delta V_2 / \Delta t$ が第8の閾値 ε_8 以上となる時を短絡時期として推定する。

【0053】

そして、ECU14は、特異モード移行後に短絡が発生しない場合、初期の目標値 E^* に増量幅 ΔE_1 を加算して新たな目標値 E^* とし、新たな目標値 E^* に基づき第2回路12の動作を制御する。また、ECU14は、特異モード移行後に短絡が発生した場合、初期の目標値 E^* に増量幅 ΔE_1 、 ΔE_2 、 ΔE_3 を加算して新たな目標値 E^* とし、新たな目標値 E^* に基づき第2回路12の動作を制御する。

【0054】

このとき、ECU14は、最終的に求めた目標値 E^* に基づき、エネルギーの投入期間 τ を延長したり、2次電流 I_2 の指令値を大きくしたりすることで、エネルギーの投入量 E を実質的に増量する。

また、ECU14は、2次電圧の検出値のフィードバックを受けていることから、2次電圧に関して指令値を設定し、増量後の目標値 E^* に基づき2次電圧 V_2 の指令値を大きくすることで、投入量 E を実質的に増量してもよい。

【0055】

なお、増量前の初期の目標値 E^* には、ECU14に記憶された初期値 E_0 が用いられ、通常モードが選択された場合、目標値 E^* を増量することなく、初期値 E_0 を目標値 E^* として使用し続ける。また、特異モードが選択されて放電が終了した場合、初期値 E_0 を増量後の E^* （つまり、 $E_0 + \Delta E_1$ 、または、 $E_0 + \Delta E_1 + \Delta E_2 + \Delta E_3$ ）で更新してもよい。さらに、初期値 E_0 を更新するときには、更新後の初期値 E_0 で、数サイクル、点火を実行してトルク変動を測定し、トルク変動の大きさに応じて、初期値 E_0 を再度更新してもよい。例えば、トルク変動が、所定の数値よりも小さいときには、初期値 E_0 を低めに修正し、所定の数値よりも大きいときには、初期値 E_0 を高めに修正してもよい。

【0056】

〔実施例の制御方法〕

以下、ECU14による第1、第2回路11、12に対する制御を、図7に示すフローチャートを用いて説明する。

まず、ステップS1で、火花放電を開始する。すなわち、点火信号 IG_t の出力開始および出力停止によって、第1回路11により火花放電を開始させて主点火を発生させる。引き続き、放電継続信号 IG_w の出力を開始し、第2回路12によるエネルギーの投入を開始して火花放電を継続させる。そして、放電継続信号 IG_w の出力開始と同時に、経路長 L および時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の監視を開始する。

【0057】

次に、ステップS2で、着火遅れの可能性が大きいかな否かの判定を行う。この判定は、放電継続信号 IG_w の出力開始後、所定の時間が経過した後に開始され、経路長 L の推定値が第1の閾値 ε_1 よりも小さいこと、または、時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の算出値が第2の閾値 ε_2 よりも小さいこと、のいずれか一方が成立したときに着火遅れの可能性が大きいと判定し、両方とも成立しないときに着火遅れの可能性が小さいと判定する。

【0058】

そして、着火遅れの可能性が大きいと判定した場合（YES）、ステップS3に進み、第2回路12に対する制御モードとして特異モードを選択する。また、着火遅れの可能性が小さいと判定した場合（NO）、ステップS4に進み、通常モードを選択する。なお、ステップS4に進んで通常モードを選択した場合、ステップS5に進み、投入期間 τ が経

10

20

30

40

50

過するまで(NO)、第2回路12によるエネルギーの投入を続けて継続火花放電を維持する。

【0059】

次に、ステップS3に進んで特異モードを選択した場合、ステップS6に進み、増量幅 $\Delta E1$ を算出して目標値 E^* に加算する。増量幅 $\Delta E1$ の算出方法は、上述したとおりである。そして、ステップS7に進み、新たな目標値 E^* に基づき投入期間 τ を再計算し、再計算により求めた投入期間 τ を用いて第2回路12によるエネルギーの投入を続ける。

【0060】

その後、特異モードではステップS8に進み、火花放電に短絡が発生したか否かを判定する。火花放電に短絡が発生したか否かの判定方法は、上述したとおりである。そして、短絡が発生していないと判定した場合(NO)、ステップS9に進み、投入期間 τ が経過するまで(NO)、短絡が発生したか否かのステップS8の判定を続ける。

10

【0061】

また、短絡が発生したと判定した場合、ステップS10に進み、増量幅 $\Delta E2$ 、 $\Delta E3$ を算出して目標値 E^* に加算する。増量幅 $\Delta E2$ 、 $\Delta E3$ の算出方法は、上述したとおりである。そして、ステップS11に進み、新たな目標値 E^* に基づき投入期間 τ を再計算し、再計算により求めた投入期間 τ を用いて第2回路12によるエネルギーの投入を続ける。

【0062】

その後、特異モードではステップS12に進み、火花放電に、再度、短絡が発生したか否かを判定する。そして、再度の短絡が発生していないと判定した場合(NO)、ステップS13に進み、投入期間 τ が経過するまで(NO)、再度の短絡が発生したか否かの判定(つまり、ステップS12の判定)を続ける。

20

【0063】

また、再度の短絡が発生したと判定した場合、ステップS14に進み、再放電が必要か否かを判定する。再放電が必要か否かの判定方法は、上述したとおりである。そして、再放電が必要ではないと判定した場合(NO)、ステップS15に進み、投入期間 τ が経過するまで(NO)、再放電が必要か否かのステップS14の判定を続ける。

【0064】

また、再放電が必要であると判定した場合、ステップS16に進み、第2回路12によるエネルギーの投入を停止して火花放電を一旦停止し、ステップS1に戻り、火花放電を再開する。

30

ステップS5、S9、S13、S15で投入期間 τ が経過したと判定した場合(YES)、ステップS17に進み、第2回路12によるエネルギーの投入を停止して火花放電を終了する。さらに、ステップS18に進み、初期値 $E0$ を増量後の E^* (つまり、 $E0 + \Delta E1$ 、または、 $E0 + \Delta E1 + \Delta E2 + \Delta E3$)で更新する。

【0065】

〔実施例の効果〕

実施例の点火装置1によれば、ECU14は、第2回路12によりエネルギーを投入している間、経路長 L および時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ を閾値判定に基づいて監視する。そして、ECU14は、経路長 L および時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の少なくとも一方が小さくなり過ぎたときに、着火が遅れるものとみなし、着火の遅れを抑制するため特異モードを採用し、目標値 E^* を増やす。

40

【0066】

本実施例では、着火バラツキに関し、特に、経路長 L が短いことで着火が遅れることに着目する。すなわち、着火は、気筒7内の気流により火花放電が伸ばされて経路長 L が長くなることで可能になるため、経路長 L の伸びが小さい場合、着火が遅れてしまう可能性がある。

【0067】

そこで、本実施例では、経路長 L および時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ を閾値判定に基づいて監

50

視し、経路長 L および時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の少なくとも一方が小さくなり過ぎたときに、特異モードを選択して第 2 回路 12 によるエネルギーの投入量 E を増やす。

これにより、経路長 L の伸びが小さいことに起因する着火の遅れを抑制することができる。このため、第 2 回路 12 を設けて火花放電を継続させる点火装置 1 において、エネルギーの投入量 E を一律に増やすことなく、着火バラツキを低減することができる。

【0068】

また、特異モードでは、短絡発生に伴う時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の変動幅が大きいほど、第 2 回路 12 によるエネルギーの投入量 E を増やす。

これにより、着火バラツキの低減に必要な投入量 E の増量幅を適正に調整することができる。つまり、短絡発生前後での時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の差分または比が小さいほど、着火の遅れを解消するのに必要な投入量 E が小さくなる（図 8（a）参照。）。ここで、図 8（a）に示したヒストグラムは、着火の遅れを解消するのに必要な投入量 E を示すものであり、（着火の遅れ / 投入量 E ）が所定の閾値よりも小さくなるときの数値で示されている。

10

【0069】

このため、短絡発生に伴う時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の変動幅が大きいほど、投入量 E を増やすようにすることで、着火バラツキの低減に必要な投入量 E の増量幅を適正に調整して、エネルギーの過剰な投入を抑制することができる。例えば、短絡発生時の時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の差分が最大のときに合わせて投入量 E を一律に設定した場合（図 8（a）の横直線 X1 参照。）に比べ、短絡発生時の時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の変動幅に応じて投入量 E を調節することで、横直線 X1 とヒストグラムとで挟まれた範囲 α に相当するエネルギーを過剰分として低減することができる。

20

【0070】

また、特異モードでは、短絡が発生したと判定した後、再度の短絡が発生した場合に、第 2 回路 12 による継続火花放電の維持を停止し、再度、第 1 回路 11 による主点火の発生を行うか否か、つまり、再放電が必要か否かの判定を行う。

これにより、経路長 L が伸びずに短いまま停滞したり、沿面放電が発生したりして着火が大幅に遅れる可能性が高いときに、再放電を行えるようにしておくことで、着火が大幅に遅れる事態を回避することができる。

【0071】

30

また、特異モードでは、短絡発生に伴う経路長 L の変動幅が大きいほど、第 2 回路 12 によるエネルギーの投入量 E を増やす。

これにより、着火バラツキの低減に必要な投入量 E の増量幅を適正に調整することができる。つまり、短絡発生前後での経路長 L の差分または比が小さいほど、着火の遅れを解消するのに必要な投入量 E が小さくなる（図 8（b）参照。）。ここで、図 8（b）に示したヒストグラムは、着火の遅れを解消するのに必要な投入量 E を示すものであり、（着火の遅れ / 投入量 E ）が所定の閾値よりも小さくなるときの数値で示されている。

【0072】

このため、短絡発生に伴う経路長 L の変動幅が大きいほど、投入量 E を増やすようにすることで、着火バラツキの低減に必要な投入量 E の増量幅を適正に調整して、エネルギーの過剰な投入を抑制することができる。例えば、短絡発生時の経路長 L の差分が最大のときに合わせて投入量 E を一律に設定した場合（図 8（b）の横直線 X2 参照。）に比べ、短絡発生時の時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の変動幅に応じて投入量 E を調節することで、横直線 X2 とヒストグラムとで挟まれた範囲に相当するエネルギーを過剰分として低減することができる。

40

【0073】

なお、図 9 は、第 1、第 2 回路 11、12 を備える点火装置に関し、エネルギーの投入量 E を一律にしたもの（図中、従来装置として指し示す。）と、本実施例を適用したもの（図中、点火装置 1 として指し示す。）との比較により、投入量 E を低減できることを示している。これによれば、着火遅れが同じ数値であれば、点火装置 1 の方が、従来装置よ

50

りも投入量 E が小さくなっている。また、投入量 E が同じ数値であれば、点火装置 1 の方が、従来装置よりも着火遅れが小さくなっている。

【0074】

〔変形例〕

点火装置 1 の態様は、実施例に限定されず種々の変形例を考えることができる。

例えば、実施例の点火装置 1 によれば、経路長 L および時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の両方の閾値判定に基づき、特異モードまたは通常モードの選択判定が行われていたが、経路長 L および時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ の内の片方の閾値判定のみで、特異モードまたは通常モードの選択判定を行ってもよい。

【0075】

また、実施例の点火装置 1 によれば、経路長 L の推定は、放電経路 38 の抵抗値、筒内流速 v 、筒内圧力 P 、および、空燃比 AFR に基づいて行われていたが、このような態様に限定されない。

すなわち、2 次電圧や放電経路 38 の抵抗値のような電気的な物理量を検出したり推定したりする部分を第 1 検出部、筒内流速 v 、筒内圧力 P および空燃比 AFR のような吸入空気や混合気の物理量を検出したり推定したりする部分を第 2 検出部とすると、第 1 検出部が検出または推定する物理量の少なくとも 1 つと、第 2 検出部が検出または推定する物理量の少なくとも 1 つとにより、経路長 L を推定するようにしてもよい。

【0076】

また、実施例の点火装置 1 によれば、筒内流速 v は回転数センサ 17 の検出値に基づき推定され、筒内圧力 P は吸気圧センサ 18 の検出値に基づき推定されていたが、ECU 14 に信号を出力するセンサとして、気筒 7 内に吸入される吸入空気の流量を検出する流量センサ、および、吸入空気の温度を検出する吸気温センサを設け、これらセンサから得られるパラメータの検出値に基づき、筒内流速 v や筒内圧力 P を推定してもよい。

【0077】

また、実施例の点火装置 1 によれば、エネルギーの投入期間 τ を延長することで、エネルギーの投入量 E を増加させていたが、2 次電流の指令値や 2 次電圧の指令値を増加することで投入量 E を増加させてもよい。

【0078】

また、実施例では、ガソリン用の内燃機関 6 に点火装置 1 を用いる例を示したが、エタノール燃料や混合燃料を用いる内燃機関 6 に点火装置 1 を適用してもよく、粗悪燃料が用いられる可能性のある内燃機関 6 に点火装置 1 を適用してもよい。

【0079】

また、実施例では、希薄燃焼が可能な内燃機関 6 に点火装置 1 を用いる例を示したが、希薄燃焼とは異なる燃焼状態であっても継続火花放電によって着火性の向上を図ることができるため、希薄燃焼が可能な内燃機関 6 への適用に限定するものではなく、点火装置 1 を、希薄燃焼を行わない内燃機関 6 に用いてもよい。

【0080】

また、実施例では、気筒 7 内に直接燃料を噴射する直噴式の内燃機関 6 に点火装置 1 を用いる例を示したが、吸気ポートに燃料を噴射するポート噴射式の内燃機関 6 に用いてもよい。

さらに、実施例では、混合気の旋回流を気筒 7 内にて積極的に生じさせる内燃機関 6 に点火装置 1 を用いる例を開示したが、旋回流を気筒 7 内に積極的に生じさせる機構がない内燃機関 6 に用いてもよい。

【符号の説明】

【0081】

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 7 気筒 8 中心電極 (電極) 9 接地電極 (電極) 11 第 1 回路 12 第 2 回路 13 制御部 14 ECU 15 投入ドライバ 17 回転数センサ (第 2 検出部) 18 吸気圧センサ (第 2 検出部) 19 空燃比センサ (第 2 検

10

20

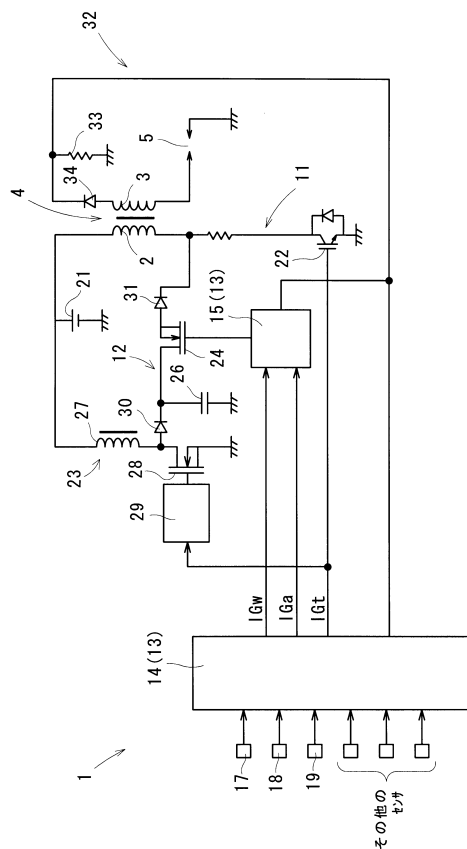
30

40

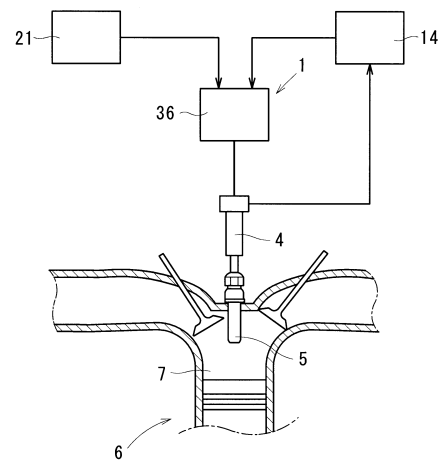
50

出部) 3 2 F / B 回路 (第 1 検出部) 3 3 シャント抵抗 (第 1 検出部) E 投
 入量 L 経路長 v 筒内流速 P 筒内圧力 A F R 空燃比 ε 1 閾値

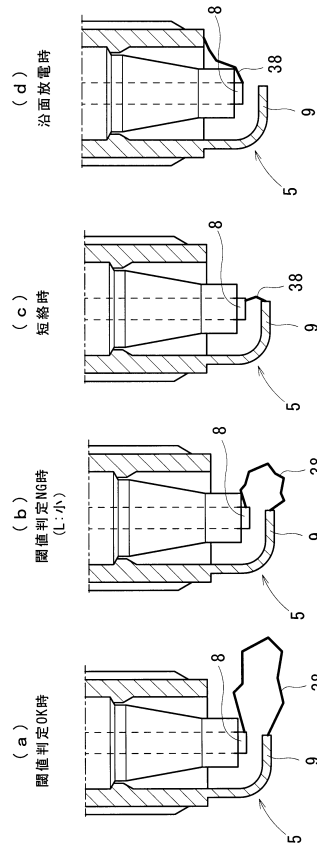
【図 1】



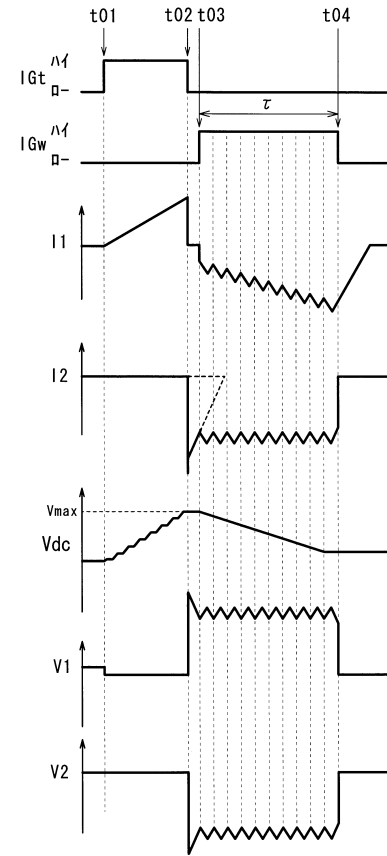
【図 2】



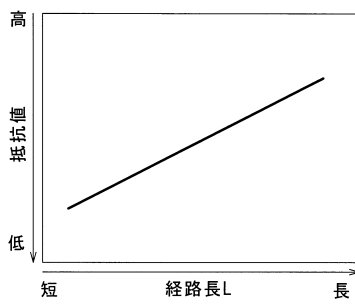
【図3】



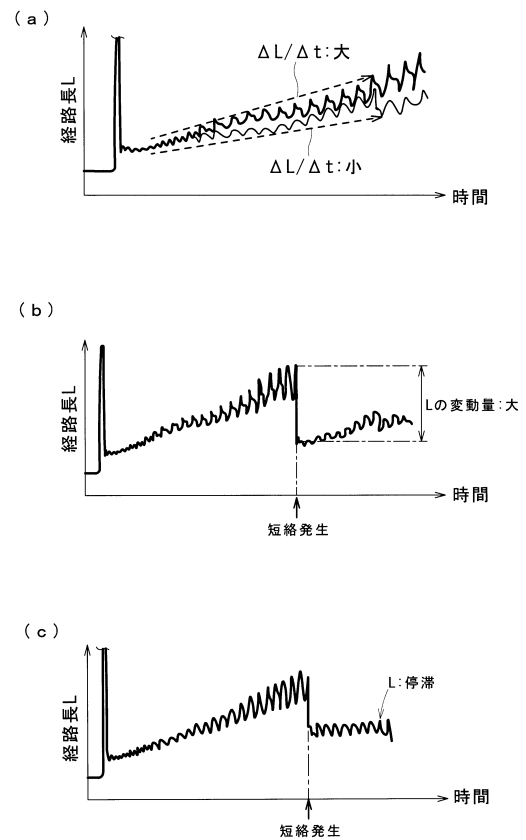
【図4】



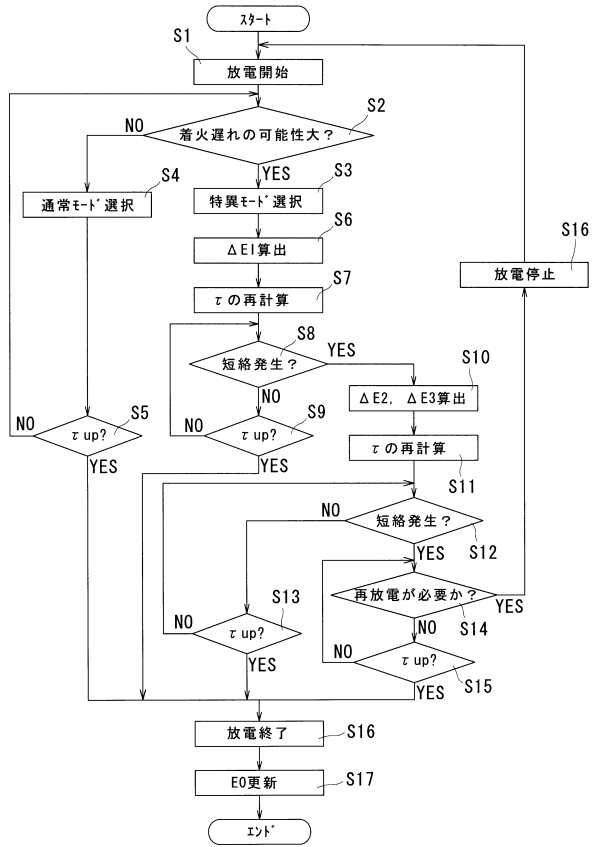
【図5】



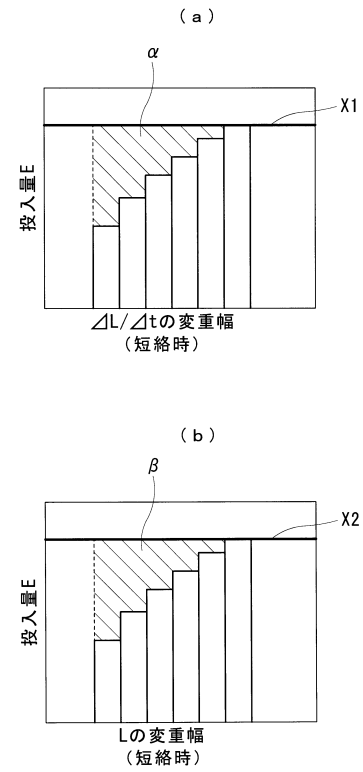
【図6】



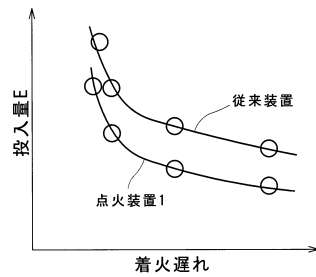
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 青木 文明
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
- (72)発明者 石田 翔平
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
- (72)発明者 竹田 俊一
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 上田 和明
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

審査官 小林 勝広

- (56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 2 1 8 9 9 5 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 0 7 2 0 0 3 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 3 / 0 3 8 5 3 0 (W O , A 1)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
F 0 2 P 1 / 0 0 - 3 / 1 2、 5 / 1 4 5 - 5 / 1 5 5、
7 / 0 0 - 1 7 / 1 2