

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7040289号
(P7040289)

(45)発行日 令和4年3月23日(2022.3.23)

(24)登録日 令和4年3月14日(2022.3.14)

(51)国際特許分類	F I
F 0 2 P 3/00 (2006.01)	F 0 2 P 3/00 B
	F 0 2 P 3/00 J

請求項の数 10 (全26頁)

(21)出願番号	特願2018-100974(P2018-100974)	(73)特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22)出願日	平成30年5月25日(2018.5.25)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65)公開番号	特開2019-203490(P2019-203490 A)	(74)代理人	110000648 特許業務法人あいち国際特許事務所
(43)公開日	令和1年11月28日(2019.11.28)	(72)発明者	寺田 金千代 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式 会社デンソー内
審査請求日	令和3年4月9日(2021.4.9)	審査官	小林 勝広

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の点火装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

一次コイル(21)を流れる一次電流(I1)の増減により、点火プラグ(P)に接続される二次コイル(22)に放電エネルギーを発生させる点火コイル(2)と、上記一次コイルへの通電を制御して、上記点火プラグに火花放電を生起する主点火動作を行う主点火回路部(3)と、上記主点火動作により上記二次コイルを流れる二次電流(I2)に対して、同極性の電流を重畳させるエネルギー投入動作を行うエネルギー投入回路部(4)と、を備える内燃機関の点火装置(10)において、上記主点火動作を制御する主点火信号(IGT)の波形情報に基づいて、上記エネルギー投入動作を制御するエネルギー投入信号(IGW)、及び、目標二次電流値(I2tgt)を指示する目標二次電流指令信号(IGA)のうち少なくとも一方を生成する信号生成回路部(5)と、を備えており、上記信号生成回路部は、内燃機関の運転領域を判定する運転領域判定部(52)を備え、上記運転領域判定部の判定結果に基づいて、上記エネルギー投入動作の実施可否を判定する、内燃機関の点火装置。

【請求項2】

上記信号生成回路部は、上記エネルギー投入信号IGW及び上記目標二次電流指令信号IGAの両方を生成する、請求項1に記載の内燃機関の点火装置。

【請求項3】

上記運転領域判定部は、内燃機関の運転領域を、上記主点火信号の信号周期時間（T）に基づき回転数領域として判定する、請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の点火装置。

【請求項 4】

上記運転領域判定部は、前回の上記主点火信号の出力により開始した上記信号周期時間の計測結果に基づいて、上記回転数領域を判定する、請求項 3 に記載の内燃機関の点火装置。

【請求項 5】

上記信号生成回路部は、上記主点火信号の波形情報と上記運転領域判定部の判定結果に基づいて、エネルギー投入期間を指示する上記エネルギー投入信号 I G W を生成する I G W 生成部（3）及び上記目標二次電流指令信号とを生成する I G A 生成部の少なくとも一方を備える、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の点火装置。

10

【請求項 6】

上記 I G W 生成部は、上記運転領域判定部の判定結果に基づいて、複数の上記エネルギー投入期間のうちの 1 つを指示する上記エネルギー投入信号を生成する、請求項 5 に記載の内燃機関の点火装置。

【請求項 7】

上記 I G A 生成部は、上記運転領域判定部の判定結果に基づいて、複数の上記目標二次電流値のうちの 1 つを指示する上記目標二次電流指令信号を生成する、請求項 5 又は 6 に記載の内燃機関の点火装置。

【請求項 8】

上記目標二次電流指令信号に基づいて、上記二次電流をフィードバック制御するフィードバック制御部（6）を備える、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の点火装置。

20

【請求項 9】

上記一次コイルは、主一次コイル（21a）及び副一次コイル（21b）を有しており、上記エネルギー投入回路部は、上記副一次コイルへの通電を制御することにより、上記エネルギー投入動作を制御する、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の点火装置。

【請求項 10】

上記エネルギー投入回路部は、上記目標二次電流指令信号がゼロレベルであるときに、上記エネルギー投入動作を停止する、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の点火装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、内燃機関の点火装置に関する。

【背景技術】

【0002】

火花点火式の車両エンジンにおける点火装置は、気筒ごとに設けられる点火プラグに、一次コイルと二次コイルを有する点火コイルを接続し、一次コイルへの通電遮断時に二次コイルに発生する高電圧を印加して、火花放電を発生させている。また、火花放電による混合気への着火性を高めるために、火花放電の開始後に、放電エネルギーを投入する手段を設けて、火花放電を継続可能とした点火装置がある。

【0003】

40

その際に、1つの点火コイルによる点火動作を繰り返す複数回点火を行うことも可能であるが、より安定した点火制御を行うために、主点火動作によって発生した火花放電中に、放電エネルギーを追加して、二次電流を重畳的に増加させるようにしたものがある。例えば、特許文献 1 には、主点火の後に継続して同一方向の二次電流を流し、火花放電を継続させるエネルギー投入回路を設けると共に、放電継続時の二次電流値を制御して、エネルギー効率を高めた点火装置が提案されている。

【0004】

特許文献 1 に開示される点火装置では、エネルギー投入量を制御するエンジン制御装置から、信号線を用いて、主点火信号 I G T 及びエネルギー投入信号 I G W が出力されると共に、これらとは別の信号線を用いて、目標二次電流指令信号 I G A が出力される。あるいは、

50

エネルギー投入信号 I G W と二次電流指令信号 I G A とを合成した合成信号 I G W A が、エンジン制御装置から点火装置へ送信される。点火装置は、送信された合成信号 I G W A から、エネルギー投入信号 I G W を抽出すると共に、主点火用信号 I G T と合成信号 I G W A の位相差に基づいて、二次電流の指令値を出力する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【文献】特開 2 0 1 5 - 2 0 6 3 5 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1 の点火装置には、主点火の実施とエネルギー投入のために、エンジン制御装置から、少なくとも 2 つの信号（例えば、主点火用信号 I G T と合成信号 I G W A ）が送信される必要がある。その場合には、信号数の増加に伴って、エンジン制御装置と点火装置にそれぞれ設けられる信号端子数が多くなると共に、装置間を接続するための信号線数も多くなる。そのために、気筒数が増えるほどシステム構成が複雑となって、車両搭載スペースがより大きくなり、高価なシステムとなるという課題があった。

【 0 0 0 7 】

また、主点火信号 I G T とエネルギー投入信号 I G W を合成して 1 つの信号とする技術も知られるが、エンジン制御装置からの出力信号にエネルギー投入信号 I G W の情報を付加するために、エンジン制御装置の側での仕様変更が必要になる。あるいは、エンジン制御装置からの出力信号を変更せずに、一回の点火信号を、複数回の点火信号に変換して火花放電を複数発生させる装置がある。ところが、この装置は、例えば、点火信号により充電されるコンデンサの電位に応じて、点火スイッチを繰り返しオンオフするようにしたものであるため、主点火放電直後に同じ方向の二次電流を連続的に重畳させる装置へ適用し、さらに、目標二次電流値を用いたフィードバック制御を行うことは難しい。

【 0 0 0 8 】

本発明は、かかる課題に鑑みてなされたものであり、装置構成の変更やシステムの複雑化を回避しながら、主点火動作とエネルギー投入動作を制御性よく実施可能であり、小型で高性能な内燃機関の点火装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様は、

一次コイル（ 2 1 ）を流れる一次電流（ I 1 ）の増減により、点火プラグ（ P ）に接続される二次コイル（ 2 2 ）に放電エネルギーを発生させる点火コイル（ 2 ）と、

上記一次コイルへの通電を制御して、上記点火プラグに火花放電を生起する主点火動作を行う主点火回路部（ 3 ）と、

上記主点火動作により上記二次コイルを流れる二次電流（ I 2 ）に対して、同極性の電流を重畳させるエネルギー投入動作を行うエネルギー投入回路部（ 4 ）と、を備える内燃機関の点火装置（ 1 0 ）において、

上記主点火動作を制御する主点火信号（ I G T ）の波形情報に基づいて、上記エネルギー投入動作を制御するエネルギー投入信号（ I G W ）、及び、目標二次電流値（ I 2 t g t ）を指示する目標二次電流指令信号（ I G A ）のうちの少なくとも一方を生成する信号生成回路部（ 5 ）と、を備えており、

上記信号生成回路部は、内燃機関の運転領域を判定する運転領域判定部（ 5 2 ）を備え、上記運転領域判定部の判定結果に基づいて、上記エネルギー投入動作の実施可否を判定する、内燃機関の点火装置にある。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

上記点火装置において、信号生成回路部は、主点火信号の波形から知られる情報に基づい

10

20

30

40

50

て、例えば、エネルギー投入信号を生成し、主点火動作後にエネルギー投入回路部によるエネルギー投入動作を実施する。加えて、目標二次電流指令信号を生成し、エネルギー投入動作時における目標二次電流値を制御する。さらには、内燃機関の運転状態が変化すると、主点火信号の波形情報、例えば、信号周期等が変化するので、その変化を利用して運転状態を判定し、エネルギー投入動作に反映させることができる。これにより、内燃機関の運転状態に応じて、エネルギー投入回路部によるエネルギー投入動作が適時実施され、または、火花放電時の二次電流が適切に制御可能となる。

【 0 0 1 1 】

上記点火装置によれば、信号生成回路部において、主点火信号のみからエネルギー投入動作のための信号を生成できるので、主点火信号の送信側の装置構成を、エネルギー投入動作の機能を備えない装置から変更する必要がない。また、主点火信号を送信するための1つの信号線があればよいので、気筒数の増加による信号端子や信号線の増加を最小限とすることができる。したがって、システム構成の複雑化や車両搭載スペースの増大を抑制しながら、効率よい点火制御が可能になる。

10

【 0 0 1 2 】

以上のごとく、上記態様によれば、装置構成の変更やシステムの複雑化を回避しながら、主点火動作とエネルギー投入動作を制御性よく実施可能であり、小型で高性能な内燃機関の点火装置を提供することができる。

なお、特許請求の範囲及び課題を解決する手段に記載した括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであり、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】実施形態 1 における、内燃機関の点火装置が適用される点火制御装置の回路構成図。

【 図 2 】実施形態 1 における、主点火信号の波形図。

【 図 3 】実施形態 1 における、点火装置を構成する信号生成回路部の回路構成図。

【 図 4 】実施形態 1 における、点火装置の I G A 生成部において判定される回転数領域と、目標二次電流指令信号 I G A との関係を示す図。

【 図 5 】実施形態 1 における、主点火信号及び信号生成回路部において生成される各種信号と、主点火動作及びエネルギー投入動作の推移を示すタイムチャート図。

30

【 図 6 】実施形態 1 における、点火装置にて実行される主点火動作と、信号生成回路部による回転数領域判定処理のフローチャート図。

【 図 7 】実施形態 2 における、点火装置を構成する信号生成回路部の回路構成図。

【 図 8 】実施形態 2 における、F / V コンバータ回路の出力電圧とエンジン回転数との関係を示す図。

【 図 9 】実施形態 2 における、主点火信号及び信号生成回路部において生成される各種信号と、主点火動作及びエネルギー投入動作の推移を示すタイムチャート図。

【 図 1 0 】実施形態 3 における、点火装置を構成する信号生成回路部の回路構成図。

【 図 1 1 】実施形態 4 における、主点火信号及び信号生成回路部において生成される各種信号と、主点火動作及びエネルギー投入動作の推移を示すタイムチャート図。

40

【 図 1 2 】実施形態 5 における、内燃機関の点火制御装置の回路構成図。

【 図 1 3 】実施形態 6 における、内燃機関の点火制御装置の回路構成図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 4 】

(実施形態 1)

内燃機関の点火装置に係る実施形態 1 について、図 1 ~ 図 4 を参照して説明する。

図 1 において、点火装置 1 0 は、例えば、車載用の火花点火式エンジンに適用されて、気筒毎に設けられる点火プラグ P の点火を制御する点火制御装置 1 を構成している。点火制御装置 1 は、点火コイル 2 と、主点火回路部 3 と、エネルギー投入回路部 4 と、信号生成回

50

路部 5 とが設けられる点火装置 10 と、点火装置 10 へ点火指令を与えるエンジン用電子制御装置（以下、エンジン ECU ; Electronic Control Unit と略称する）100 とを備えている。

【0015】

点火コイル 2 は、一次コイル 21 を流れる一次電流 I_1 の増減により、点火プラグ P に接続される二次コイル 22 に放電エネルギーを発生させる。主点火回路部 3 は、点火コイル 2 の一次コイル 21 への通電を制御して、点火プラグ P に火花放電を生起する主点火動作を行う。エネルギー投入回路部 4 は、主点火動作により二次コイル 22 を流れる二次電流 I_2 に対して、同極性の電流を重畳させるエネルギー投入動作を行う。一次コイル 21 は、例えば、主一次コイル 21a 及び副一次コイル 21b を有しており、エネルギー投入回路部 4 は、副一次コイル 21b への通電を制御することにより、エネルギー投入動作を制御する。

10

【0016】

エンジン ECU 100 は、1 燃焼サイクル毎に、パルス状の主点火信号 IGT を生成して送信する。信号生成回路部 5 は、主点火動作を制御する主点火信号 IGT の波形情報に基づいて、エネルギー投入動作を制御するエネルギー投入信号 IGW、及び、目標二次電流値 I_{2tgt} を指示する目標二次電流指令信号 IGA のうちの少なくとも一方を生成することができる。好適には、エネルギー投入信号 IGW 及び目標二次電流指令信号 IGA の両方を生成するのがよい。

【0017】

具体的には、図 2 に示すように、1 燃焼サイクル（例えば、 720°CA ）毎に送信される主点火信号 IGT の 1 つ又は複数のパルス信号波形に含まれる情報（例えば、信号周期時間 T）を用いて、エンジン運転領域（例えば、エンジン回転数領域）を判定することができる。そして、その判定結果からエネルギー投入動作の実施可否を判定し、エネルギー投入動作の実施領域にある場合に、エンジン運転領域に対応させて、エネルギー投入信号 IGW 及び目標二次電流指令信号 IGA の一方又は両方を生成して、エネルギー投入動作を制御することができる。

20

【0018】

パルス信号波形に含まれる情報としては、パルス信号の立ち上がり又は立ち下がり位置やパルス幅、信号周期等に加え、2 つ以上のパルス信号の立ち上がり又は立ち下がり位置関係等があり、これらの 1 つ又は組み合わせから知られる任意の情報が用いられる。好ましくは、2 つの主点火信号 IGT の点火位置に対応する立ち下がりエッジ間隔で表される信号周期時間 T の計測結果を採用することで、後述するように、エンジン回転数領域を判定することができる。信号周期時間 T として、点火コイル 2 への通電開始位置となる立ち上がり信号ではなく、点火プラグ P への点火位置となる立ち下がり信号を用いることで、周期変動が少なくなり、検出精度を確保できる。

30

【0019】

点火装置 10 は、主点火信号 IGT に基づいて、主点火回路部 3 を作動させ、主点火動作を実施する。また、主点火後に、エネルギー投入信号 IGW に基づいて、エネルギー投入回路部 4 を作動させ、エネルギー投入動作を実施して、火花放電を継続させる。この継続放電において投入されるエネルギーは、目標二次電流指令信号 IGA によって指示される。点火制御装置 1 は、さらに、二次電流 I_2 をフィードバック制御するフィードバック制御部 6 を備えており、目標二次電流指令信号 IGA に基づいて、点火コイル 2 の二次コイル 22 を流れる二次電流 I_2 が目標二次電流値 I_{2tgt} となるようにフィードバック制御する。

40

【0020】

以下、点火装置 10 の各部構成について、詳細に説明する。

本形態の点火装置 10 が適用されるエンジンは、例えば、4 気筒エンジンであり、各気筒に対応して点火プラグ P（例えば、図 1 中には、P#1 ~ P#4 として示す）が設けられると共に、点火プラグ P のそれぞれに対応して点火装置 10 が設けられる。各点火装置 10 には、エンジン ECU 100 から、主点火信号 IGT が各気筒の点火位置に合わせた各位相で各気筒用の点火装置 10 にそれぞれ送信される。

50

【 0 0 2 1 】

点火プラグ P は、対向する中心電極 P 1 と接地電極 P 2 とを備える公知の構成であり、両電極の先端間に形成される空間を、火花ギャップ G としている。点火プラグ P には、主点火信号 I G T に基づいて点火コイル 2 にて発生する放電エネルギーが供給されて、火花ギャップ G に火花放電が生じ、図示しないエンジン燃焼室内の混合気への着火が可能となる。点火コイル 2 への通電は、主点火信号 I G T の他、エネルギー投入信号 I G W 及び目標二次電流指令信号 I G A に基づいて制御される。

【 0 0 2 2 】

点火コイル 2 は、一次コイル 2 1 となる主一次コイル 2 1 a 又は副一次コイル 2 1 b と、二次コイル 2 2 とが、互いに磁気結合されて、公知の昇圧トランスを構成している。二次コイル 2 2 の一端は、点火プラグ P の中心電極 P 1 に接続されており、他端は、第 1 ダイオード 2 2 1 及び二次電流検出抵抗 R 1 を介して接地されている。第 1 ダイオード 2 2 1 は、アノード端子が二次コイル 2 2 に接続しカソード端子が二次電流検出抵抗 R 1 に接続するように配置されて、二次コイル 2 2 を流れる二次電流 I 2 の方向を規制している。二次電流検出抵抗 R 1 は、詳細を後述する二次電流フィードバック回路（例えば、図 1 中に I 2 F / B として示す）6 1 と共に、フィードバック制御部 6 を構成している。

10

【 0 0 2 3 】

主一次コイル 2 1 a と副一次コイル 2 1 b とは直列に接続されると共に、車両 배터리 等の直流電源 B に対して並列に接続される。具体的には、主一次コイル 2 1 a の一端と副一次コイル 2 1 b の一端との間に中間タップ 2 3 が設けられており、中間タップ 2 3 には、直流電源 B に至る電源線 L 1 が接続されている。主一次コイル 2 1 a の他端は、主点火用のスイッチング素子（以下、主点火スイッチと略称する）S W 1 を介して接地され、副一次コイル 2 1 b の他端は、放電継続用のスイッチング素子（以下、放電継続スイッチと略称する）S W 2 を介して接地されている。

20

これにより、主点火スイッチ S W 1 又は放電継続スイッチ S W 2 のオン駆動時に、主一次コイル 2 1 a 又は副一次コイル 2 1 b へ 배터리 電圧を印加可能となっている。主点火スイッチ S W 1 は、主点火回路部 3 を構成し、放電継続スイッチ S W 2 は、エネルギー投入回路部 4 を構成している。

【 0 0 2 4 】

点火コイル 2 は、一次コイル 2 1 及び二次コイル 2 2 を、例えば、コア 2 4 の周りに配置される一次コイル用ボビン及び二次コイル用ボビンに巻回することにより、一体的に構成される。このとき、一次コイル 2 1 である主一次コイル 2 1 a 又は副一次コイル 2 1 b の巻数と二次コイル 2 2 の巻数との比である巻数比を十分大きくすることで、巻数比に応じた所定の高電圧を、二次コイル 2 2 に発生させることができる。主一次コイル 2 1 a と副一次コイル 2 1 b とは、直流電源 B からの通電時に生じる磁束の向きが逆方向になるように巻回され、副一次コイル 2 1 b の巻数は、主一次コイル 2 1 a の巻数よりも少なく設定される。これにより、主一次コイル 2 1 a への通電の遮断で発生した電圧で点火プラグ 2 の火花ギャップ G で放電が発生した後に、副一次コイル 2 1 b への通電により同じ向きの重畳磁束を生じさせて、重畳的に放電エネルギーを増加させることができる。

30

【 0 0 2 5 】

主点火回路部 3 は、主点火スイッチ S W 1 と、主点火スイッチ S W 1 をオンオフ駆動する主点火動作のスイッチ駆動回路（以下、主点火用駆動回路と略称する）3 1 と、を備えて構成される。主点火スイッチ S W 1 は、電圧駆動型のスイッチング素子、例えば、I G B T （すなわち、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）であり、ゲート端子に入力する駆動信号に応じて、ゲート電位が制御されることにより、コレクタ端子とエミッタ端子の間が導通又は遮断される。主点火スイッチ S W 1 のコレクタ端子は、主一次コイル 2 1 a の他端に接続され、エミッタ端子は接地されている。

40

【 0 0 2 6 】

主点火用駆動回路 3 1 は、主点火信号 I G T に対応させて駆動信号を生成し、主点火スイッチ S W 1 をオン駆動又はオフ駆動する。具体的には（例えば、図 5 参照）、主点火信号

50

I G Tの立ち上がりで主点火スイッチ S W 1をオンすると、主一次コイル 2 1 aへの通電が開始され、一次電流 I 1が流れる。次いで、主点火信号 I G Tの立ち下がり主点火スイッチ S W 1をオフすると、主一次コイル 2 1 aへの通電が遮断され、相互誘導作用により二次コイル 2 2に高電圧が発生する。この高電圧が、点火プラグ Pの火花ギャップ Gに印加されて、火花放電が発生し、二次電流 I 2が流れる。

【 0 0 2 7 】

エネルギー投入回路部 4は、放電継続スイッチ S W 2と、放電継続スイッチ S W 2をスイッチング駆動するための駆動信号を出力して副一次コイル 2 1 bの通電を制御する、副一次コイル制御回路 4 1と、を備えて構成される。また、副一次コイル 2 1 bに接続される還流経路 L 1 1を開閉するスイッチング素子（以下、還流スイッチと略称する） S W 3が設けられ、副一次コイル制御回路 4 1からの駆動信号によりオンオフ動作するようになっている。

10

【 0 0 2 8 】

放電継続スイッチ S W 2及び還流スイッチ S W 3は、電圧駆動型のスイッチング素子、例えば、 M O S F E T（すなわち、電界効果型トランジスタ）であり、ゲート端子に入力する駆動信号に応じて、ゲート電位が制御されることにより、ドレイン端子とソース端子の間が導通又は遮断される。放電継続スイッチ S W 2のドレイン端子は、副一次コイル 2 1 bの他端に接続され、ソース端子は接地されている。

【 0 0 2 9 】

還流経路 L 1 1は、副一次コイル 2 1 bの他端（すなわち、主一次コイル 2 1 aと反対側）と電源線 L 1との間に設けられる。還流スイッチ S W 3のドレイン端子は、副一次コイル 2 1 bの他端と放電継続スイッチ S W 2との接続点に接続し、ソース端子は、第 2 ダイオード 1 1を介して電源線 L 1に接続される。また、電源線 L 1には、還流経路 L 1 1との接続点と直流電源 Bとの間に、第 3 ダイオード 1 2が設けられる。第 2 ダイオード 1 1は電源線 L 1へ向かう方向を順方向とし、第 3 ダイオード 1 2は一次コイル 2 1へ向かう方向を順方向としている。これにより、放電継続スイッチ S W 2のオフ時に、還流スイッチ S W 3をオンとすることで、還流経路 L 1 1を介して、副一次コイル 2 1 bの他端と電源線 L 1とが接続される。したがって、副一次コイル 2 1 bへの通電遮断時に還流電流が流れ、副一次コイル 2 1 bの電流が緩やかに変化するので、二次電流 I 2の急激な低下を抑制可能となる。

20

30

【 0 0 3 0 】

主点火用駆動回路 3 1は、信号生成回路部 5から出力される主点火信号 I G Tが、出力信号線 L 2を介して入力されている。また、副一次コイル制御回路 4 1には、信号生成回路部 5から出力されるエネルギー投入信号 I G Wと、目標二次電流指令信号 I G Aとが、出力信号線 L 3 ~ L 4を介して入力されている。また、副一次コイル制御回路 4 1には、フィードバック制御部 6の二次電流フィードバック回路 6 1からフィードバック信号 S F Bが入力されており、さらに、電源線 L 1からバッテリー電圧信号 S Bが入力され、エネルギー投入動作の要否判定に用いている。

【 0 0 3 1 】

また、目標二次電流指令信号 I G Aの出力信号線 L 4は、二次電流フィードバック回路 6 1の入力端子に接続されている。二次電流フィードバック回路 6 1は、目標二次電流指令信号 I G Aを入力として、二次電流検出抵抗 R 1に基づく二次電流 I 2の検出値と比較し、副一次コイル制御回路 4 1に出力する。具体的には、目標二次電流指令信号 I G Aにより指示される目標二次電流値 I 2 t g tに基づいて、検出された二次電流 I 2を閾値判定して、放電継続スイッチ S W 2の開閉駆動にフィードバックするフィードバック信号 S F Bを出力する。

40

【 0 0 3 2 】

副一次コイル制御回路 4 1は、これら各部から入力される信号の組み合わせによって、エネルギー投入動作の実施可否を判定する。例えば、エネルギー投入信号 I G Wと、他のエネルギー投入条件（例えば、フィードバック信号 S F Bに基づくフィードバック制御の実施やバ

50

ッテリ電圧信号 S B 等) に基づいて、所定のタイミングで駆動信号を生成し、放電継続スイッチ S W 2 及び還流スイッチ S W 3 を、オン駆動又はオフ駆動する。また、主点火動作後に所定のタイミングでエネルギー投入動作を開始するためのディレイ時間 T d 等を設定する。

【 0 0 3 3 】

具体的には(例えば、図 5 参照)、主点火信号 I G T の立ち下がり後に、エネルギー投入信号 I G W が立ち上がることによって、エネルギー投入期間が指示され、所定のディレイ時間 T d 後に、放電継続スイッチ S W 2 の駆動信号が出力されて、エネルギー投入動作が実施される。また、エネルギー投入動作が実施される間、フィードバック信号 S F B に基づいて、目標二次電流値 I 2 t g t に維持するフィードバック制御が実施される。

10

【 0 0 3 4 】

このような目標二次電流指令信号 I G A による二次電流 I 2 のフィードバック制御を行うために、二次電流フィードバック回路 6 1 として、例えば、特開 2 0 1 5 - 2 0 0 3 0 0 号公報に記載される回路構成を採用することができる。

具体的には、二次電流フィードバック回路 6 1 は、検出された二次電流 I 2 を閾値と比較するための比較回路と、閾値を切り替えるための切替手段を備える。比較回路は、目標二次電流指令信号 I G A を比較器の基準電圧として使用し、基準電圧からの上限閾値及び下限閾値の一方が適宜切り替えられて入力され、二次電流検出抵抗 R 1 により電圧変換された検出信号との比較結果が、フィードバック信号 S F B として出力される。上限閾値及び下限閾値は、例えば、目標二次電流値 I 2 t g t を中心として設定され、放電継続スイッチ S W 2 をオン駆動して二次電流 I 2 が上昇しているときには上限閾値が、放電継続スイッチ S W 2 をオフ駆動して二次電流 I 2 が下降しているときには下限閾値が選択される。

20

なお、後述するように、目標二次電流指令信号 I G A によって指令される目標二次電流値 I 2 t g t が複数から選択される場合には、これに対応させて上限閾値及び下限閾値もそれぞれ切り替えられる。

【 0 0 3 5 】

このとき、副一次コイル制御回路 4 1 では、例えば、放電継続スイッチ S W 2 を駆動するために、エネルギー投入信号 I G W と二次電流比較結果であるフィードバック信号 S F B とのアンド回路が設けられ、エネルギー投入信号 I G W とフィードバック信号 S F B が入力される。フィードバック信号 S F B は、例えば、検出信号が上限閾値より大きいときに L レベルとなり、また、下限閾値より小さいときに H レベルとなる。すなわち、エネルギー投入信号 I G W が出力されているときに、二次電流 I 2 が下限閾値を下回ると、放電継続スイッチ S W 2 がオンとなり、上限閾値を上回るとオフとなるように構成されて、エネルギー投入動作がなされる。

30

【 0 0 3 6 】

次に、信号生成回路部 5 の詳細について、図 3、図 4 により説明する。

図 3 において、信号生成回路部 5 は、I G T 波形整形回路 5 1 と、エンジン回転数領域を判定する回転数領域判定部(すなわち、内燃機関の運転領域を判定する運転領域判定部) 5 2 と、エネルギー投入信号 I G W を生成する I G W 生成部 5 3 と、目標二次電流指令信号 I G A を生成する I G A 生成部 5 4 と、を有する。

40

信号生成回路部 5 に入力された主点火信号 I G T は、まず、I G T 波形整形回路 5 1 においてフィルタリング処理され、ノイズを取り除いた矩形波形の主点火信号 I G T として、回転数領域判定部 5 2 及び I G W 生成部 5 3 に、それぞれ出力される。

【 0 0 3 7 】

本形態では、エンジン運転領域からエネルギー投入動作の実施可否を判定するために、回転数領域判定部 5 2 を設けて、波形整形後の主点火信号 I G T に基づいて、現在のエンジン回転数領域を判定する。

I G W 生成部 5 3 は、回転数領域判定部 5 2 からの出力に基づいて、現在のエンジン回転数領域がエネルギー投入動作を実施する領域であるときに、エネルギー投入信号 I G W を出力する。I G A 生成部 5 4 は、回転数領域判定部 5 2 からの出力に基づいて、目標二次電流

50

指令信号 I G A を生成する。

【 0 0 3 8 】

I G W 生成部 5 3 は、T d ディレイ付き T w ワンショットパルス生成回路 5 3 1 と、I G W 出力回路 5 3 0 となる第 1 アンドゲート 5 3 2 を有する。T d ディレイ付き T w ワンショットパルス生成回路 5 3 1 の入力端子は、I G T 波形整形回路 5 1 の出力端子に接続されている。T d ディレイ付き T w ワンショットパルス生成回路 5 3 1 は、主点火信号 I G T の立ち下がり信号をトリガとして、ディレイ時間 T d だけ遅れて、一定のパルス幅時間 T w を有するワンショットパルス信号（以下、T w パルスと略称する）を生成し、1 回のみ出力する。パルス幅時間 T w は、エネルギー投入信号 I G W として使用できる一定時間（すなわち、エネルギー投入期間）に、予め設定されている。ディレイ時間 T d は、I G T 信号の立ち下がりから、点火プラグ P の火花ギャップ G で放電が開始されているであろう時間を設定し、エネルギー投入による電流が二次電流 I 2 に重畳されるように設定されている。第 1 アンドゲート 5 3 2 は、回転数領域判定部 5 2 からの出力及び T d ディレイ付き T w ワンショットパルス生成回路 5 3 1 からの出力の論理積に基づいて、エネルギー投入信号 I G W を生成する。

10

【 0 0 3 9 】

回転数領域判定部 5 2 は、T 1 ワンショットパルス生成回路 5 2 1 及び T 2 ワンショットパルス生成回路 5 2 2 と、第 1 D フリップフロップ 5 2 3 及び第 2 D フリップフロップ 5 2 4 と、第 1 インバータ 5 2 5 及び第 2 インバータ 5 2 6 と、からなる。I G T 波形整形回路 5 1 の出力端子は、T 1 ワンショットパルス生成回路 5 2 1 及び T 2 ワンショットパルス生成回路 5 2 2 の入力端子に、第 1 インバータ 5 2 5 及び第 2 インバータ 5 2 6 を介して、並列に接続されている。また、I G T 波形整形回路 5 1 の出力端子は、第 1 D フリップフロップ 5 2 3 及び第 2 D フリップフロップ 5 2 4 のクロック端子（以下、C 端子と称する）に、並列に接続される。

20

【 0 0 4 0 】

第 1 インバータ 5 2 5 及び第 2 インバータ 5 2 6 は、直列接続された 2 つのインバータゲートであり、波形整形後の主点火信号 I G T を遅延させて、T 1 ワンショットパルス生成回路 5 2 1 及び T 2 ワンショットパルス生成回路 5 2 2 に、それぞれ入力する。T 1 ワンショットパルス生成回路 5 2 1 の出力端子は、第 1 D フリップフロップ 5 2 3 のデータ端子（以下、D 端子と称する）に接続されており、T 2 ワンショットパルス生成回路 5 2 2 の出力端子は、第 2 D フリップフロップ 5 2 4 の D 端子に接続されている。このとき、第 1 D フリップフロップ 5 2 3 及び第 2 D フリップフロップ 5 2 4 の出力信号は、第 1 インバータ 5 2 5 及び第 2 インバータ 5 2 6 の伝搬遅れにより、C 端子への主点火信号 I G T の入力よりも遅れて、D 端子に入力される。これにより、第 1 D フリップフロップ 5 2 3 及び第 2 D フリップフロップ 5 2 4 の出力は、前回の I G T 信号の立ち下がりによって起動された T 1 ワンショットパルス生成回路 5 2 1 及び T 2 ワンショットパルス生成回路 5 2 2 の出力レベルがラッチされる。

30

【 0 0 4 1 】

T 1 ワンショットパルス生成回路 5 2 1 は、主点火信号 I G T の立ち下がり信号をトリガとして、一定のパルス幅時間 T 1 を有するワンショットパルス信号（以下、T 1 パルスと略称する）を生成し、1 回のみ出力する。同様に、T 2 ワンショットパルス生成回路 5 2 2 は、主点火信号 I G T の立ち下がり信号をトリガとして、一定のパルス幅時間 T 2 を有するワンショットパルス信号（以下、T 2 パルスと略称する）を生成し、1 回のみ出力する。パルス幅時間 T 1、T 2 は、エネルギー投入動作の実施可否を判定するための閾値となる一定時間であり、所定のエンジン回転数に対応する主点火信号 I G T の立ち下がりの信号周期時間 T となるように、予め設定されている。ここでは、パルス幅時間 T 1 は、パルス幅時間 T 2 よりも長い時間である（すなわち、 $T 1 > T 2$ ）。エンジン回転数が低回転数域であるほど信号周期時間 T は長くなり、高回転数域であるほど信号周期時間 T は短くなるので、エネルギー投入動作を実施するエンジン回転数領域の上下限に対応させた 2 つのパルス幅時間 T 1、T 2 を選択することで、所定のエンジン回転数領域にあるか否かを判

40

50

定できる。

【 0 0 4 2 】

第 1 アンドゲート 5 3 2 には、第 1 D フリップフロップ 5 2 3 の出力端子（以下、Q 端子と称する）と、第 2 D フリップフロップ 5 2 4 の反転出力端子（以下、Q バー端子と称する）とが接続されている。これにより、主点火信号 I G T の立ち下がり位置で、T d ディレイ付き T w ワンショットパルス生成回路 5 3 1 からの出力が H レベルとなったときに、さらに、第 1 D フリップフロップ 5 2 3 の Q 端子からの出力が H レベルとなり、かつ、第 2 D フリップフロップ 5 2 4 の Q バー端子からの出力が H レベルとなることで、第 1 アンドゲート 5 3 2 からの出力が H レベルとなる。T d ディレイ付き T w ワンショットパルス生成回路 5 3 1 からの出力が L レベルになると、第 1 アンドゲート 5 3 2 からの出力が L レベルとなる。すなわち、エネルギー投入期間を指示するエネルギー投入信号 I G W が生成される。

10

【 0 0 4 3 】

なお、T d ディレイ付き T w ワンショットパルス生成回路 5 3 1 の出力と、第 1 D フリップフロップ 5 2 3 及び第 2 D フリップフロップ 5 2 4 の Q 端子出力は、電源オン時における初期値が L レベルとなるように設定される。また、これらの出力は、T d ディレイ付き T w ワンショットパルスの終了エッジや T 1 ワンショットパルスの終了エッジから短いクリアパルスを生成して、エネルギー投入信号 I G W の終了ポイントで確実に L レベルとなるように設定してもよい。これにより、次の主点火信号 I G T に対する動作が正しく実施できるようになり、エンジン停止時にも L レベルに初期化され、再始動の動作も正しく実施できるようになる。

20

【 0 0 4 4 】

I G A 生成部 5 4 は、目標二次電流指令信号 I G A を生成する目標二次電流設定回路 5 4 1 と、第 1 分圧回路 5 4 2 とを有する。目標二次電流設定回路 5 4 1 は、第 1 マルチプレクサ M 1 を備え、第 1 マルチプレクサ M 1 の A 端子、B 端子には、第 1 D フリップフロップ 5 2 3 の Q 端子、第 2 D フリップフロップ 5 2 4 の Q 端子が、それぞれ接続される。第 1 マルチプレクサ M 1 は、A 端子及び B 端子の入力信号の論理（A : B）に基づいて、X 0 ~ X 3 の 4 つの入力端子のうち 1 つを選択し、その入力電圧信号（X 0 ~ X 3）を、X 端子から、目標二次電流指令信号 I G A として出力する。

なお、（A : B）と（X 0 ~ X）との関係は、以下の通りである。

$$(A : B) = (0 : 0) : X 0$$

$$(A : B) = (1 : 0) : X 1$$

$$(A : B) = (0 : 1) : X 2$$

$$(A : B) = (1 : 1) : X 3$$

30

【 0 0 4 5 】

第 1 分圧回路 5 4 2 は、第 1 電圧源 5 4 3 の電圧を 2 つの抵抗 R 2、R 3 で分圧して、基準電圧信号 X 1 を生成し、第 1 マルチプレクサ M 1 の X 1 端子に出力する。それ以外の X 0 端子、X 2 ~ X 3 端子は、抵抗 R 3 と接地端子の間に接続される。このとき、エンジン回転数の推移と目標二次電流指令信号 I G A の関係は、図 4 に示すようになり、（A : B）=（1 : 0）となる回転数領域 N E 1 にある場合のみ、基準電圧信号 X 1 に相当する目標二次電流値 I 2 tgt が設定され、エネルギー投入動作が実施される。（A : B）=（0 : 0）となる低回転数側の回転数領域 N E 0、又は、（A : B）=（1 : 1）となる高回転側の回転数領域 N E 2 では、目標二次電流値 I 2 tgt はゼロ mA が設定され、エネルギー投入動作は実施されない。これにより、3 つの回転数領域 N E 0 ~ N E 2（N E 0 < N E 1 < N E 2；単位 r / m）が選択可能となる。

40

なお、第 1 D フリップフロップ 5 2 3、第 2 D フリップフロップ 5 2 4 に入力するパルス幅時間 T 1、T 2 は、上述したように、T 1 > T 2 の関係にあるので、（A : B）=（0 : 1）となることはなく、実質的に X 2 が選択されることはない。

【 0 0 4 6 】

主点火動作の制御とエネルギー投入動作における回転数領域の判定について、図 5、図 6 を参照して説明する。図 5 において、主点火信号 I G T（1）~（3）は、それぞれ回転数

50

領域NE0～NE2における動作波形を比較して示している。主点火信号IGT(1)～(3)は、1燃焼サイクル(例えば、720°C A)に一回出力され、その立ち上がりで主一次コイル21aに通電が開始され、立ち下がりで主一次コイル21aの電流を遮断して主点火動作が実施される。

図6に示すフローチャートにおいて、ステップS1～S4は、主点火動作に対応する。本処理がスタートすると、ステップS1において、主点火信号IGTがHレベルか否かを判定し(すなわち、IGT信号Hi?)、肯定判定された場合には、ステップS2へ進んで、主点火回路部3により主点火スイッチSW1をオンとする。その後、本処理のスタートへ戻る。これにより、点火コイル2の主一次コイル21aへの通電が開始され、主点火信号IGTがHレベルである間、通電が継続されて、一次電流I1が徐々に上昇する(例えば、図5のI1参照)。

10

【0047】

ステップS1が否定判定された場合には、ステップS3へ進んで、主点火信号IGTの立ち下がりが検出されたか否かを判定する(すなわち、IGT信号立ち下がり?)、ステップS3が肯定判定された場合には、ステップS4へ進んで、主点火スイッチSW1をオフとし、主点火動作を開始する。すなわち、点火コイル2の主一次コイル21aへの通電が遮断されることで、二次コイル22に高い二次電圧V2が発生し、点火プラグPに火花放電が発生して、二次電流I2が流れる(例えば、図5のV2、I2参照)。ステップS3が否定判定された場合には、本処理のスタートへ戻る。

【0048】

この主点火動作の後、エネルギー投入信号IGWによって、エネルギー投入動作が実施される。エネルギー投入動作の実施は、前回の主点火信号IGTに基づいて指示される。そのために、今回の主点火動作に先立ち、前回の主点火信号IGTが、信号生成回路部5の回転数領域判定部52及びIGW生成部53に入力されて、T1パルス及びT2パルスが、T1ワンショットパルス生成回路521及びT2ワンショットパルス生成回路522から、それぞれ出力されている。

20

【0049】

例えば、図5における主点火信号IGT(1)は、低回転数側の回転数領域NE0に相当し、前回の主点火信号IGTの信号周期時間Tが長くなるので、1燃焼サイクルに相当する信号周期時間Tよりも、一定のT1パルス及びT2パルスのパルス幅時間T1、T2の方が短くなる。そのために、今回の主点火信号IGT(1)の立ち下がり時点よりも前に、T1パルス及びT2パルスが立ち下がり、第1Dフリップフロップ523及び第2Dフリップフロップ524のS端子はLレベルとなる。

30

【0050】

この状態で、主点火信号IGT(1)が立ち下がると、第1Dフリップフロップ523及び第2Dフリップフロップ524のQ端子の出力がLレベルとなる。また、Tdディレイ付きTwワンショットパルス生成回路531から、遅延されたTwパルスが出力される。主点火信号IGT(1)の立ち下がりから遅延させる所定の出力開始時間は、第1Dフリップフロップ523及び第2Dフリップフロップ524の前回の主点火信号IGT信号で起動された結果のD端子レベルが、確実にQ端子及びQバー端子にラッチされて、かつ、エネルギー投入期間が指示できる幅を持つことができる時間、例えば10µsec～100µsecの遅れ時間をもって設定しており、Twパルスが出力されて、第1アンドゲート532への入力がHレベルとなる。このとき、第1アンドゲート532へ入力される、第2Dフリップフロップ524のQバー端子の出力もHレベルとなるが、第1Dフリップフロップ523のQ端子の出力がLレベルであるため、エネルギー投入信号IGWは出力されない。

40

【0051】

一方、主点火信号IGT(1)の立ち下がり、第1、第2Dフリップフロップ523、524のQ端子が接続される第1マルチプレクサM1のA端子、B端子の出力(すなわち、図5中にM1-A、M1-Bとして示す)もLレベルとなる。なお、前前回も回転数領

50

域NE0にあれば、Lレベルが継続して出力されることになる。この場合は、下記表1に示すように、主点火信号IGTの信号周期時間Tとパルス幅時間T1、T2とが、 $T > T_1 > T_2$ の関係となり、 $(A : B) = (0 : 0)$ となるので、目標二次電流値I2tgtは0mAとなり、第1マルチプレクサM1のX端子からの出力はゼロレベルとなる。

【0052】

【表1】

(表1)

T(A:B)	エネルギー投入動作	I2tgt
$T \geq T_1 > T_2(0:0)$	実施しない	0mA
$T_1 > T \geq T_2(1:0)$	実施する(Tw)	80mA
$T_1 > T_2 > T(1:1)$	実施しない	0mA

10

【0053】

また、主点火信号IGT(2)は、回転数領域NE0よりも高回転側の回転数領域NE1に相当し、信号周期時間Tがより短くなる。そのために、今回の主点火信号IGT(2)の立ち下がり時点よりも前に、T2パルスのみが立ち下がり、T1パルスはHレベルのままとなる。この状態で、主点火信号IGT(2)が立ち下がると、第1Dフリップフロップ523のQ端子の出力がHレベルとなる。第2Dフリップフロップ524のQ端子の出力はLレベルとなり、Qバー端子の出力はHレベルとなる。さらに、Tdディレイ付きTwワンショットパルス生成回路531から出力されるTwパルスがHレベルとなることで、第1アンドゲート532が開いて、エネルギー投入信号IGWが出力される。

20

【0054】

一方、主点火信号IGT(2)の立ち下がり、第1、第2Dフリップフロップ523、524のQ端子が接続される第1マルチプレクサM1のA端子、B端子の出力(すなわち、図5中にM1-A、M1-Bとして示す)は、それぞれHレベル、Lレベルとなる。その場合には、T1パルス及びT2パルスのパルス幅時間T1、T2とは、 $T_1 > T_2$ の関係となり、 $(A : B) = (1 : 0)$ となって、目標二次電流値I2tgtが80mAに設定される。これにより、第1マルチプレクサM1のX端子から、目標二次電流値I2tgtに対応する目標二次電流指令信号IGAが出力される。

30

【0055】

したがって、所定のディレイ時間Td後に、エネルギー投入回路部4により放電継続スイッチSW2がオン駆動されて、エネルギー投入動作が実施される。すなわち、副一次コイル21bへ通電されて、二次電流I2が重畳され、火花放電が維持される。このとき、重畳される放電エネルギーは、目標二次電流指令信号IGAによって指示され、二次電流計測値と比較される。そして、フィードバック制御部6からの比較結果であるフィードバック信号SFBにより、二次電流I2が目標二次電流値I2tgtとなるように、放電継続スイッチSW2の駆動信号がフィードバック制御される。

【0056】

また、主点火信号IGT(3)は、回転数領域NE1よりも高回転側の回転数領域NE2に相当し、信号周期時間Tがより短くなる。そのために、今回の主点火信号IGT(3)の立ち下がり時点において、T1パルス及びT2パルスがHレベルのままとなる。この状態で、主点火信号IGT(3)が立ち下がると、第1Dフリップフロップ523及び第2Dフリップフロップ524のQ端子の出力がHレベルとなる。このとき、第2Dフリップフロップ524のQバー端子の出力がLレベルとなるので、Tdディレイ付きTwワンショットパルス生成回路531から出力されるTwパルスがHレベルとなっても、第1アンドゲート532からエネルギー投入信号IGWは出力されない。

40

【0057】

一方、主点火信号IGT(3)の立ち下がり、第1、第2Dフリップフロップ523、

50

524のQ端子が接続される第1マルチプレクサM1のA端子、B端子の出力(すなわち、図5中にM1-A、M1-Bとして示す)もHレベルとなる。その場合には、T1パルス及びT2パルスのパルス幅時間T1、T2とは、 $T1 > T2 > T$ の関係となり、 $(A : B) = (1 : 1)$ となるので、第1マルチプレクサM1のX端子からの出力である目標二次電流指令信号IGAはゼロレベルとなり、目標二次電流値I2tgtは0mAとなる。

【0058】

図6のステップS5～S10は、この回転数領域の判定動作に対応する。

ステップS5では、T1パルスの出力がHレベルか否かを判定する(すなわち、T1ワンショットパルス出力Hi?)。このT1パルスの出力は、前回の主点火信号IGTに基づくものである。ステップS5が否定判定された場合には、ステップS6へ進んで、 $(A : B) = (0 : 0)$ と判定する。すなわち、上述した主点火信号IGT(1)の場合に相当する。その後、ステップS10へ進む。

10

【0059】

ステップS5が肯定判定された場合には、ステップS7へ進んで、T2パルスの出力がHレベルか否かを判定する(すなわち、T2ワンショットパルス出力Hi?)。このT2パルスの出力は、前回の主点火信号IGTに基づくものである。ステップS7が否定判定された場合には、ステップS8へ進んで、 $(A : B) = (1 : 0)$ と判定する。すなわち、上述した主点火信号IGT(2)の場合に相当する。その後、ステップS10へ進む。

【0060】

ステップS6が肯定判定された場合には、ステップS9へ進んで、 $(A : B) = (1 : 1)$ と判定する。すなわち、上述した主点火信号IGT(3)の場合に相当する。その後、ステップS10へ進む。

20

ステップS10では、今回の主点火信号IGTの立ち下がりに基づいて、T1パルス及びT2パルスを、それぞれ所定のパルス幅時間T1及びT2で出力する(すなわち、T1、T2ワンショットパルス出力)。これらT1パルス及びT2パルスは、次回の主点火信号IGTに基づく点火制御において、回転数領域の判定に用いられる。なお、ステップS5からステップS10のステップシーケンスは、上記図3の第1Dフリップフロップ523及び第2Dフリップフロップ524のC端子入力と第1インバータ525及び第2インバータ526による信号遅延回路を経て、T1ワンショットパルス及びT2ワンショットパルスを起動させるシーケンスに相当する。この順序シーケンスを用いることで、主点火信号IGTの一つの立ち下がり信号位置で、回転数領域の判定と目標二次電流指令信号IGAの生成を可能としている。

30

【0061】

なお、回転数領域の判定は、1燃焼サイクル毎に実施する必要はなく、例えば、複数燃焼サイクル間の信号周期時間Tを用いて判定してもよい。このように複数回の燃焼サイクルの主点火信号IGTを使用することで、回転数情報が平均化されて切り替え動作を安定させることができる。

あるいは、回転数領域の判定毎に切り替え動作を実施する必要はなく、複数の判定結果に基づいて切り替え動作を実施してもよいし、また、判定値にヒステリシスを設けてもよい。これにより、切り替え動作のチャタリング等を抑制して、切り替え動作を安定化することができる。

40

【0062】

このように、エンジン運転領域をエンジン回転数にて判定することで、例えば、着火しにくい運転領域を含む回転領域を選択して、効率よくエネルギー投入動作を主点火信号IGTのみで実施可能とできる。例えば、希薄燃焼エンジンにおいて高G/F(すなわち、Gas/Fuel比)運転又は高A/F(すなわち、Air/Fuel比)運転となる回転領域のみで、エネルギー投入動作を実施し、着火性を向上させて燃費を改善できる。

【0063】

以上のように、本形態によれば、エンジンECU100から点火装置10へ送信される主点火信号IGTのみから、エネルギー投入信号IGWと目標二次電流指令信号IGAを生成

50

することができる。したがって、エンジン ECU 100 からの送信信号を変更する必要がなく、主点火信号 IGT を送信する 1 本の信号線があればよいので、各装置に設けられる信号端子や装置間を接続するための信号線等の数を低減できる。また、使用している点火信号 IGT を、そのまま用いることもできるのでエンジン ECU 100 側の仕様等を変更することなく、エネルギー投入可能な点火装置 10 を後付けにて搭載可能となる。

よって、主点火動作に続くエネルギー投入動作を最適に制御することができ、小型で高性能な内燃機関の点火装置 10 を実現することができる。

【0064】

主点火動作の制御とエネルギー投入動作における回転数領域の判定について、理解のために図 6 のフローチャートで説明したが、この判定処理はソフトウェア等による処理に限定されるものではなく、ハードウェアで構成してもよい。

10

【0065】

ここで、上記実施形態 1 の変形例として、第 1 アンドゲート 532 への第 2 D フリップフロップ 524 の Q バー端子の出力を廃止して、目標二次電流指令信号 IGA の出力をゼロレベルとすることでエネルギー投入動作が実施されないようにしてもよい。その場合には、回路を簡素化して装置構成をより簡易にすることができる。

また、Td ディレイ付き Tw ワンショットパルス生成回路 531 の出力と、第 1 D フリップフロップ 523 及び第 2 D フリップフロップ 524 の Q 端子出力は、電源オン時やエンジン停止時にそれぞれ H レベルにプリセットして開始される設定としてもよい。このような構成にすると、エンジン始動時にもエネルギー投入動作を遅れることなく実施することが可能になる。

20

【0066】

(実施形態 2)

内燃機関の点火制御装置に係る実施形態 2 について、図 7 ~ 図 9 を参照して説明する。

本形態では、主点火信号 IGT からエネルギー投入信号 IGW 及び目標二次電流指令信号 IGA を生成する信号生成回路部 5 において、エンジン運転領域を判断するための回転数領域判定部 52 の構成が異なっている。点火装置 10 とエンジン ECU 100 を備える点火制御装置 1 の基本構成は、上記実施形態 1 と同様であり、以下、相違点を中心に説明する。なお、実施形態 2 以降において用いた符号のうち、既出の実施形態において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、既出の実施形態におけるものと同様の構成要素等を表す。

30

【0067】

図 7 において、信号生成回路部 5 は、IGT 波形整形回路 51 と、エンジン回転数領域を判定する回転数領域判定部 52 と、エネルギー投入信号 IGW を生成する IGW 生成部 53 と、目標二次電流指令信号 IGA を生成する IGA 生成部 54 と、を有する。

信号生成回路部 5 に入力された主点火信号 IGT は、まず、IGT 波形整形回路 51 においてフィルタリング処理され、ノイズを取り除いた矩形波形の主点火信号 IGT として、回転数領域判定部 52 及び IGW 生成部 53 に、それぞれ出力される。IGW 生成部 53 の構成は、上記第 1 実施形態と同様であり、説明を省略又は簡略にする。

【0068】

回転数領域判定部 52 は、F/V コンバータ回路 551 と回転数領域判定回路 552 を有している。波形整形後の主点火信号 IGT は、F/V コンバータ回路 551 に入力される。F/V コンバータ回路 551 は、例えば、入力されるパルス状の主点火信号 IGT を微分回路で立ち下がり信号を生成し、この信号の 1 周期毎の周波数を演算し、電圧信号 VO に変換して出力する。図 8 に出力電圧特性を示すように、F/V コンバータ回路 551 の出力電圧は、主点火信号 IGT の信号周期と相関があるエンジン回転数に比例する。したがって、この関係を利用して、F/V コンバータ回路 551 の出力電圧から、所定のエンジン回転数に達したことを検出することができる。

40

【0069】

なお、この場合も、F/V コンバータ回路 551 への主点火信号 IGT の入力信号周期を

50

、立ち下がり信号間の周期とするのがよい。通電開始時期となる立ち上がり位置ではなく、点火時期となる立ち下がり位置による信号周期とすることで、周期変動が少なくなり、検出精度を確保することができる。

【 0 0 7 0 】

具体的には、エネルギー投入動作が実施される所定の回転数領域を規定するために、2つエンジン回転数（例えば、 N_1 、 N_2 ； $N_1 < N_2$ ）と、これらに対応する2つの基準電圧（例えば、 V_1 、 V_2 ； $V_1 < V_2$ ）を、予め設定する。このとき、F/Vコンバータ回路551から出力される電圧信号VOが、 $V_1 < VO < V_2$ の範囲にあれば、エネルギー投入動作を実施する回転数領域にあると判定することができる。 $VO < V_1$ 、又は、 $V_2 < VO$ の範囲にあれば、エネルギー投入動作を実施しない回転数領域と判定される。このよう

10

【 0 0 7 1 】

回転数領域判定回路552は、F/Vコンバータ回路551から出力される電圧信号VOを、基準電圧 V_1 、 V_2 と比較して、回転数領域を判定する。そして、電圧信号VOが、基準電圧 V_1 、 V_2 で規定される範囲にあるときに、エンジン回転数が所定の回転数領域にあると判定し、エネルギー投入動作の実施を許可する許可信号ENを生成して出力する。許可信号ENは、エネルギー投入信号IGWの出力許可/禁止の指令信号となると共に、目標二次電流指令信号IGAの出力許可/禁止の指令信号となる。

【 0 0 7 2 】

IGW生成部53は、例えば、IGW出力回路533に許可信号ENが入力され、エネルギー投入信号IGWの出力が許可されているときに、Tdディレイ付きTwワンショットパルス生成回路531からのTwパルスが入力すると、これをエネルギー投入信号IGWとして出力する。

20

IGA生成部54は、例えば、目標二次電流設定回路541に許可信号ENが入力されると、所定の回転数領域に対応させて予め設定される目標二次電流値 I_{2tgt} に対応する目標二次電流指令信号IGAを出力する。

【 0 0 7 3 】

図9に示すように、1燃焼サイクル（例えば、 $720^\circ CA$ ）毎に主点火信号IGTが出力され、その立ち下がり位置において、F/Vコンバータ回路551を用いた回転数領域判定が実施される。例えば、主点火信号IGT（4）、（5）の立ち下がり直後に、F/Vコンバータ回路551から出力される電圧信号VOが基準電圧と比較され、VOが基準電圧 V_1 、 V_2 の間となって、許可信号ENがHレベルとなる。電圧信号VOは、F/Vコンバータ回路551の動作により、その後徐々に低下し、基準電圧 V_1 を下回ると、許可信号ENがLレベルとなる。

30

【 0 0 7 4 】

これに伴い、主点火信号IGT（4）、（5）の立ち下がり直後に、許可信号ENがHレベルとなり、所定のディレイ時間Tdだけ遅れてパルス幅時間Twのエネルギー投入信号IGWが出力され、ディレイ時間Tdの経過後から、エネルギー投入動作が実施される。さらに、目標二次電流設定回路541から出力される目標二次電流指令信号IGAに基づいて、二次電流 I_2 がフィードバック制御される。

40

なお、F/Vコンバータ回路551からの出力を用いた回転数領域の判定は、主点火信号IGTの立ち下がり毎に実施してもよいし、複数回に一回の判定としてもよい。あるいは、複数回の判定結果を平均化するように変更してもよく、任意に設定できる。また、基準電圧との判定結果は、主点火信号IGTの立ち下がり位置で実施して、その結果を所定の期間、例えば4燃焼サイクル保持して制御しエネルギー投入動作実施を安定化してもよい。

【 0 0 7 5 】

このように、本形態の信号生成回路部5においても、主点火信号IGTのみから、エネルギー投入信号IGWと目標二次電流指令信号IGAを生成することができる。そして、主点火動作に続くエネルギー投入動作を最適に制御することができ、小型で高性能な内燃機関の点火装置10を実現することができる。また、使用している点火信号IGTを、そのまま

50

用いることもできるので、エンジン ECU 100 側の仕様等を変更することなく、エネルギー投入可能な点火装置 10 を後付けにて搭載可能となる。

【0076】

(実施形態3)

内燃機関の点火制御装置に係る実施形態3について、図10～図11を参照して説明する。上記実施形態では、信号生成回路部5の回転数領域判定部52において、3つの回転数領域を設定し、そのうちの1つの回転数領域でエネルギー投入動作を実施する場合について説明したが、2つ以上の回転数領域でエネルギー投入動作を実施してもよい。その場合に、エネルギー投入信号IGWで指示されるエネルギー投入期間や、目標二次電流指令信号IGAで指示される目標二次電流値I2tgtの設定を、それぞれ変更してもよい。

本形態では、2つの回転数領域でエネルギー投入信号IGW及び目標二次電流指令信号IGAを切り替える例としている。点火装置10を備える点火制御装置1の基本構成は、上記実施形態1と同様であり、以下、相違点を中心に説明する。

【0077】

図10において、信号生成回路部5は、IGT波形整形回路51と、回転数領域判定部52と、エネルギー投入信号IGWを生成するIGW生成部53と、目標二次電流指令信号IGAを生成するIGA生成部54と、を有する。

信号生成回路部5に入力された主点火信号IGTは、まず、IGT波形整形回路51においてフィルタリング処理され、ノイズを取り除いた矩形波形の主点火信号IGTとして、回転数領域判定部52及びIGW生成部53に、それぞれ出力される。

【0078】

IGW生成部53は、Tdディレイ付きTw1ワンショットパルス生成回路534と、Tdディレイ付きTw2ワンショットパルス生成回路535と、第2マルチプレクサM2と、IGW出力回路530となる第1アンドゲート532と、を有する。Tw1、Tw2ワンショットパルス生成回路534、535は、それぞれ、IGT波形整形回路51からの主点火信号IGTの立ち下がり信号をトリガとして、所定のディレイ時間Tdだけ遅れて、一定のパルス幅時間Tw1、Tw2を有するワンショットパルス信号(以下、Tw1パルス、Tw2パルスと略称する)を生成して出力する。パルス幅時間Tw1、Tw2は、エネルギー投入期間を指示するエネルギー投入信号IGWとして使用できる一定時間であり、互いに異なる時間(例えば、Tw1 < Tw2)に予め設定されている。

【0079】

第2マルチプレクサM2は、後述するIGA生成部54の第1マルチプレクサM1と同じ構成となっており、A～C端子の入力信号の論理(A:B:C)に基づいて、X0～X7の8つの入力端子のうち1つを選択する。選択された入力端子の入力電圧信号(X0～X7)は、X端子から第1アンドゲート532に入力される。第1アンドゲート532は、回転数領域判定部52からの出力と第2マルチプレクサM2からの出力の論理積に基づいて、エネルギー投入信号IGWを生成する。

なお、(A:B:C)と(X0～X7)との関係は、以下の通りである。

$$(A : B : C) = (0 : 0 : 0) : X0$$

$$(A : B : C) = (1 : 0 : 0) : X1$$

$$(A : B : C) = (0 : 1 : 0) : X2$$

$$(A : B : C) = (1 : 1 : 0) : X3$$

$$(A : B : C) = (0 : 0 : 1) : X4$$

: :

: :

$$(A : B : C) = (1 : 1 : 1) : X7$$

【0080】

回転数領域判定部52は、T1ワンショットパルス生成回路521及びT2ワンショットパルス生成回路522に加えて、T3ワンショットパルス生成回路527を有する。また、第1Dフリップフロップ523及び第2Dフリップフロップ524に加えて、第3Dフ

10

20

30

40

50

リップフロップ528を有する。IGT波形整形回路51の出力端子は、T1～T3ワンショットパルス生成回路521、522、527の入力端子に、第1インバータ525及び第2インバータ526を介して、並列に接続されており、また、第1～第3Dフリップフロップ523、524、528のC端子に、並列に接続される。

【0081】

第1、第2Dフリップフロップ523、524と同様に、T3ワンショットパルス生成回路527は、主点火信号IGTの立ち下がり信号をトリガとして、一定のパルス幅時間T3を有するワンショットパルス信号（以下、T3パルスと略称する）を生成し、1回のみ出力する。T1～T3ワンショットパルス生成回路521、522、527の出力端子は、第1～第3Dフリップフロップ523、524、528のD端子にそれぞれ接続され、T1～T3パルスが入力する。

10

【0082】

パルス幅時間T1～T3は、所定のエンジン回転数に対応する主点火信号IGTの立ち下がりの信号周期時間Tとなるように、互いに異なる時間に予め設定されている（例えば、T1>T2>T3）。このように、エネルギー投入動作を実施する2つの回転数領域の上下限に対応させた3つのパルス幅時間T1～T3を設定することで、所定の2つの回転数領域（パルス幅時間T1、T2で規定される回転数領域、又は、パルス幅時間T2、T3で規定される回転数領域）にあるか否かを判定し、エネルギー投入動作の実施可否を判定できる。

【0083】

第1～第3Dフリップフロップ523、524、528は、C端子に入力する主点火信号IGTの立ち下がり毎に、前回の主点火信号IGTの立ち下がりで出力された信号をD端子の論理レベルとしてラッチして、Q端子に出力する。第1～第3Dフリップフロップ523、524、528のQ端子は、第2マルチプレクサM1のA～C端子に、それぞれ接続される。第2マルチプレクサM1のX1端子には、Tdディレイ付きTw1ワンショットパルス生成回路534の出力端子が接続され、X3端子には、Tdディレイ付きTw2ワンショットパルス生成回路535の出力端子が接続される。X0端子とX2端子は、接地端子に接続される。

20

【0084】

第1アンドゲート532には、第1Dフリップフロップ523のQ端子と、第3Dフリップフロップ527のQバー端子が接続される。第3Dフリップフロップ527のQバー端子には、Q端子のレベルが反転して出力されている。

30

これにより、主点火信号IGTの信号周期時間Tが、パルス幅時間T1～T3の範囲にあり、かつ、第2マルチプレクサM1のX端子が、X1端子又はX3端子に接続されて、Tw1パルス又はTw2パルスが出力されると、第1アンドゲート532からの出力がHレベルとなる。すなわち、選択されたTw1パルス又はTw2パルスが、エネルギー投入信号IGWとして出力される。

下記表2に、所定の2つの回転数領域を含む4つの回転数領域に対応する（A：B：C）の組み合わせと、エネルギー投入動作の実施の可否との関係を示す。

【0085】

40

【表2】

(表2)

T(A:B:C)	エネルギー投入動作	I2tgt
$T \geq T1 > T2 > T3 (0:0:0)$	実施しない	0mA
$T1 > T \geq T2 > T3 (1:0:0)$	実施する(Tw1)	80mA
$T1 > T2 > T \geq T3 (1:1:0)$	実施する(Tw2)	100mA
$T1 > T2 > T3 > T (1:1:1)$	実施しない	0mA

50

【 0 0 8 6 】

一方、第 1 ~ 第 3 D フリップフロップ 5 2 3、5 2 4、5 2 8 の Q 端子は、第 1 マルチプレクサ M 1 の A ~ C 端子に、それぞれ接続されている。第 1 マルチプレクサ M 1 は、第 2 マルチプレクサ M 2 と同様に、A ~ C 端子の入力信号の論理 (A : B : C) に基づいて、X 0 ~ X 3 の 4 つの入力端子のうち 1 つを選択し、その入力電圧信号 (X 0 ~ X 3) を、X 端子に出力する。

【 0 0 8 7 】

上記実施形態 1 では、X 1 端子が選択された場合のみ、目標二次電流指令信号 I G A が出力されるようにしたが、本形態では、第 2 分圧回路 5 4 4 を設けて、X 3 端子が選択された場合にも、目標二次電流指令信号 I G A として出力する。第 2 分圧回路 5 4 4 は、第 2 電圧源 5 4 5 の電圧を 2 つの抵抗 R 4、R 5 で分圧して、基準電圧信号 X 3 (例えば、X 3 > X 1) を生成し、第 1 マルチプレクサ M 1 の X 3 端子に出力している。基準電圧信号 X 3 は、例えば、T w 2 パルスに基づくエネルギー投入動作の目標二次電流値 I 2 tgt に対応する。

10

【 0 0 8 8 】

このとき、図 1 1 に示すように、主点火信号 I G T (6) ~ (8) と、T 1 ~ T 3 パルスの波形及び第 1、第 2 マルチプレクサ M 1、M 2 の A ~ C 端子の出力 (すなわち、図 1 1 中に M 1 / 2 - A ~ M 1 / 2 - C として示す) の関係から回転数領域を判定することができる。また、上記表 2 中に示すように、複数の回転数領域に対応させて、複数の目標二次電流値 I 2 tgt を設定することができる。

20

【 0 0 8 9 】

例えば、主点火信号 I G T (6) の立ち下がり位置で、T 1 ~ T 3 パルスがいずれも L レベルであり、上記表 2 において (A : B : C) = (0 : 0 : 0) となり、目標二次電流指令信号 I G A の出力レベルはゼロレベルとなる。したがって、エネルギー投入動作は実施されず、目標二次電流値 I 2 tgt は 0 m A となる。

主点火信号 I G T (7) は、立ち下がり位置で、T 1 パルスが H レベルとなり、(A : B : C) = (1 : 0 : 0) となるので、M 1 出力は X 1 が選択されエネルギー投入動作が実施される。このとき、T w 1 パルスがエネルギー投入信号 I G W として出力され、目標二次電流値 I 2 tgt は 8 0 m A となる。

【 0 0 9 0 】

主点火信号 I G T (8) は、立ち下がり位置で、T 1 ~ T 3 パルスがいずれも H レベルであり、(A : B : C) = (1 : 1 : 1) となる。したがって、M 1 出力は X 7 が選択され目標二次電流指令信号 I G A の出力レベルはゼロレベルとなり、エネルギー投入動作は実施されず、目標二次電流値 I 2 tgt は 0 m A となる。

30

なお、図示しないが、T 1、T 2 パルスが H レベルとなり、T 3 パルスが L レベルになった場合には、(A : B : C) = (1 : 1 : 0) となるので、M 1 出力は X 3 が選択されるとともに、T w 2 パルスがエネルギー投入信号 I G W として出力され、目標二次電流値 I 2 tgt は 1 0 0 m A となる。

【 0 0 9 1 】

なお、同様にして、3 以上のエンジン回転数領域において、それぞれエネルギー投入信号 I G W 及び目標二次電流指令信号 I G A を切り替えるようにしてもよい。その場合には、エネルギー投入動作の制御をきめ細かく切り替えることができるので、エンジンの運転状態に応じた最適なエネルギー投入動作を実施することができる。例えば、上述したように、エンジン回転数に応じて G / F 又は A / F が変化する運転制御を行う場合に、回転数領域に対応させたエネルギー投入を実施することができ、着火性と省燃費を両立させることができる。

40

【 0 0 9 2 】

また、エネルギー投入信号 I G W 及び目標二次電流指令信号 I G A の切り替えは、電源電圧の値に応じて切り替えてもよく、また、回転数領域と電源電圧とを組み合わせ、切り替えを実施してもよい。例えば、直流電源 B から供給可能な電圧が変動した場合には、重畳可能なエネルギーも変化するので、この変化に追従させることができる。具体的には、例え

50

ば、ウィンドウコンパレータ等を用いて直流電源 B の電圧が所定の範囲にあるか否かを判定し、判定結果に応じたエネルギー投入信号 I G W 又は目標二次電流指令信号 I G A が、マルチプレクサ等を用いて、選択的に出力されるようにすることができる。

【 0 0 9 3 】

このように、本形態においても、主点火信号 I G T のみから、エネルギー投入信号 I G W と目標二次電流指令信号 I G A を生成することができる。さらに、エンジン回転数領域に応じて、エネルギー投入信号 I G W と目標二次電流指令信号 I G A をそれぞれ切り替えることができるので、主点火動作に続くエネルギー投入動作を最適に制御することができる。

よって、小型で高性能な内燃機関の点火装置 1 0 を実現することができる。また、使用している点火信号 I G T を、そのまま用いることもできるので、エンジン E C U 1 0 0 側の仕様等を変更することなく、エネルギー投入可能な点火装置 1 0 を後付けにて搭載可能となる。

10

【 0 0 9 4 】

(実施形態 4)

内燃機関の点火装置に係る実施形態 4 について、図 1 2 を参照して説明する。

本形態においても、エンジン E C U 1 0 0 から点火装置 1 0 へ主点火信号 I G T が送信され、点火装置 1 0 の信号生成回路部 5 において、エネルギー投入信号 I G W と目標二次電流指令信号 I G A が生成されることで点火プラグ P の点火が制御される。その際、点火コイル 2 へのエネルギー投入動作を行うためのエネルギー投入回路部 4 は、上記実施形態 1 に示した構成に限らず、主点火動作後にエネルギー投入動作を行って、同極性の二次電流 I 2 を重畳可能な構成であればよい。

20

このような点火コイル 2 とエネルギー投入回路部 4 の他の構成例について、以下、相違点を中心に説明する。その他の点火装置 1 0 の基本構成及び基本作動は、上記実施形態 1 と同様である。

【 0 0 9 5 】

図 1 2 に示すように、点火コイル 2 は、主一次コイル 2 1 a と副一次コイル 2 1 b とからなり、主一次コイル 2 1 a は、一端が電源線 L 1 に接続されると共に、他端が主点火スイッチ S W 1 を介して接地されている。副一次コイル 2 1 b は、一端が電源線 L 1 に接続されると共に、他端が通電許可用のスイッチング素子(以下、通電許可スイッチと略称する) S W 4 を介して接地されている。エネルギー投入回路部 4 を構成する通電許可スイッチ S W 4 は、主点火動作の間はオフ状態となり、エネルギー投入信号 I G W が H レベルとなっている間、通電が許可されて、副一次コイル制御回路 4 1 からの駆動信号によりオン状態となる。

30

【 0 0 9 6 】

電源線 L 1 には、主一次コイル 2 1 a との接続点と副一次コイル 2 1 b との間に、放電継続スイッチ S W 2 が配置されており、放電継続スイッチ S W 2 と副一次コイル 2 1 b との間には、第 4 ダイオード 1 3 が設けられる。第 4 ダイオード 1 3 は、アノード端子が接地され、カソード端子が電源線 L 1 に接続されている。これにより、放電継続スイッチ S W 2 のオフ時に、還流電流が流れ、副一次コイル 2 1 b の電流が緩やかに変化するので、二次電流 I 2 の急激な低下を抑制可能となる。

40

【 0 0 9 7 】

放電継続スイッチ S W 2 は、エネルギー投入動作のスイッチ駆動回路(以下、エネルギー投入用駆動回路と称する) 4 3 によってオンオフ駆動される。エネルギー投入用駆動回路 4 3 は、例えば、副一次コイル制御回路 4 1 からの指令信号に基づいて、所定のディレイ時間 T d 後に、放電継続スイッチ S W 2 を駆動して、エネルギー投入動作を実施する。副一次コイル制御回路 4 1 は、フィードバック信号 S F B に基づいて、目標二次電流指令信号 I G A により指示される目標二次電流値 I 2 tgt となるように、エネルギー投入用駆動回路 4 3 に指令信号を出力する。

【 0 0 9 8 】

これにより、エネルギー投入動作が実施される間、目標二次電流値 I 2 tgt に基づくフィード

50

バック制御が実施される。

【 0 0 9 9 】

(実施形態 5)

内燃機関の点火制御装置に係る実施形態 5 について、図 1 3 を参照して説明する。

上記実施形態では、点火コイル 2 の一次コイル 2 1 を、主一次コイル 2 1 a と副一次コイル 2 1 b とで構成して、直流電源 B に対して並列に接続されるようにしたが、これに限らず、図 1 3 に示すように、点火コイル 2 は、一次コイル 2 1 と二次コイル 2 2 とで構成してもよい。また、エネルギー投入回路部 4 に、昇圧回路 4 4 とコンデンサ 4 5 とを設けて、コンデンサ 4 5 に蓄積されたエネルギーを、一次コイル 2 1 の接地側へ重畳的に投入するようにしてもよい。

10

【 0 1 0 0 】

本形態において、昇圧回路 4 4 は、昇圧用のスイッチング素子(以下、昇圧用スイッチと称する) S W 5 と、昇圧用スイッチ S W 5 を駆動するための昇圧用駆動回路 4 4 1 と、チョークコイル 4 4 2 と、第 5 ダイオード 4 4 3 とを備える。昇圧用駆動回路 4 4 1 は、昇圧用スイッチ S W 5 をスイッチング動作させ、チョークコイル 4 4 2 に発生させたエネルギーを、コンデンサ 4 5 へ蓄積させる。放電継続スイッチ S W 2 は、一次コイル 2 1 と主点火スイッチ S W 1 との間に、第 6 ダイオード 4 6 を介して接続され、副一次コイル制御回路 4 1 によって駆動される。第 5 ダイオード 4 4 3 はコンデンサ 4 5 へ向かう方向を、第 6 ダイオード 4 6 は、一次コイル 2 1 へ向かう方向を、それぞれ順方向としている。

【 0 1 0 1 】

昇圧用駆動回路 4 4 1 は、主点火信号 I G T に基づいて駆動されて、主点火動作中にコンデンサ 4 5 に充電する。副一次コイル制御回路 4 1 は、目標二次電流指令信号 I G A とエネルギー投入信号 I G W に基づいて、主点火動作後のエネルギー投入期間に、放電継続スイッチ S W 2 を駆動させることで、コンデンサ 4 5 に蓄積されたエネルギーを一次コイル 2 1 への接地側へ重畳的に投入する。このような構成によっても、二次電流 I 2 と同極性の電流を増加させることで、エネルギー投入動作を実施して、火花放電を継続させることができる。

20

【 0 1 0 2 】

このように、点火コイル 2 やエネルギー投入回路部 4 の構成は、任意に変更することができる。例えば、上記第 1 実施形態の構成において、第 5 実施形態の昇圧回路 4 4 を設けて、副一次コイル 2 1 b へ昇圧回路 4 4 から給電して、エネルギー投入動作を行ってもよい。また、一次コイル 2 1 と二次コイル 2 2 からなる点火コイル 2 を、複数組、例えば 2 組設けて、一方の点火コイル 2 にて、主点火動作を行うと共に、他方又は両方の点火コイル 2 を交互に用いて、エネルギー投入動作を行ってもよい。その場合に、昇圧回路 4 4 を設けて、2 組の点火コイル 2 の両方に、昇圧回路 4 4 から給電するようにしてもよいし、一次コイル 2 1 をその一部のみに通電可能に構成して、発生する二次電圧を調整可能とすることもできる。

30

【 0 1 0 3 】

また、点火コイル 2 を 2 組設けた場合において、二次コイル 2 2 同士を直列接続して、一方で発生した二次電流を他方へ供給可能とすることもできる。いずれの場合も、スイッチング動作に伴う電流の急減や急増が緩和されるように、ダイオード等を設けて電流の流れ方向を規定するのがよく、安定した放電を継続することができる。

40

【 0 1 0 4 】

上記実施形態では、信号生成回路部 5 にて、エネルギー投入信号 I G W 及び目標二次電流指令信号 I G A の両方を生成する構成としたが、例えば、常にエネルギー投入動作を実施するようにしてもよい。その場合には、例えば、エネルギー投入期間を固定とし、目標二次電流指令信号 I G A によって、目標二次電流値 I 2 t g t を指示することができ、目標二次電流指令信号 I G A の出力レベルをゼロレベルにすることで、エネルギー投入動作を停止させるようにして、エネルギー投入制御をオンオフさせることができる。このように、I G W 生成部 5 3 及び I G A 生成部 5 4 は、少なくとも一方が設けられていればよい。なお、主点火信号 I G T は、H レベルで通電する正論理信号で説明したが、L レベルで通電する負論理信

50

号としてもよく、同様の効果が得られる。

【 0 1 0 5 】

本発明は上記各実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において、内燃機関の点火装置の種々の実施形態に適用することが可能である。例えば、内燃機関は、自動車用のガソリンエンジンの他、火花点火式の各種内燃機関に適用することができる。また、点火コイル 2 や点火装置 1 0 の構成は、取り付けられる内燃機関に応じて適宜変更することができる。

【符号の説明】

【 0 1 0 6 】

P	点火プラグ	10
1 0	点火装置	
2	点火コイル	
2 1	一次コイル	
2 2	二次コイル	
3	主点火回路部	
4	エネルギー投入回路部	
5	信号生成回路部	
5 2	運転領域判定部	
6	フィードバック制御部	20

20

30

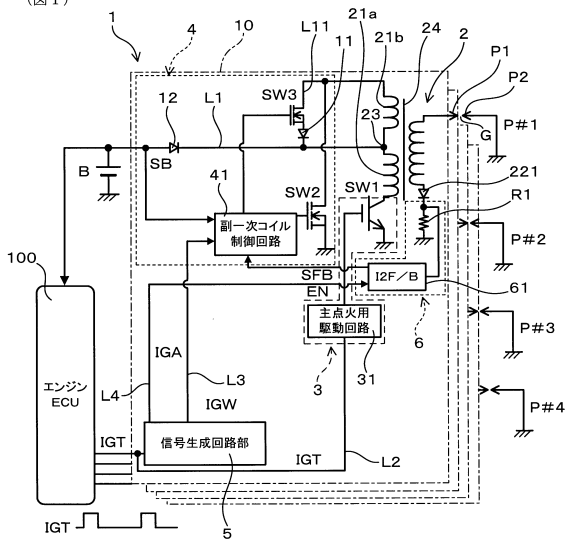
40

50

【図面】

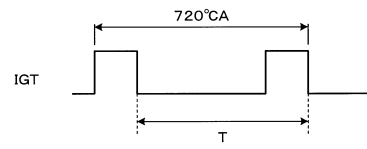
【図 1】

(図 1)



【図 2】

(図 2)

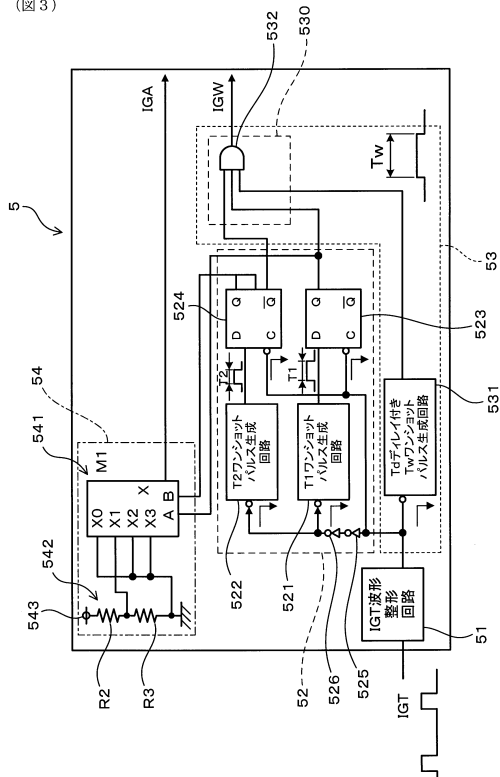


10

20

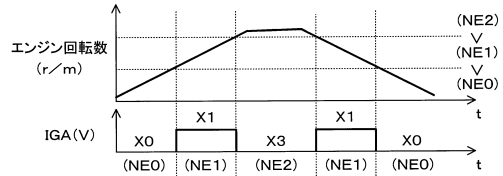
【図 3】

(図 3)



【図 4】

(図 4)



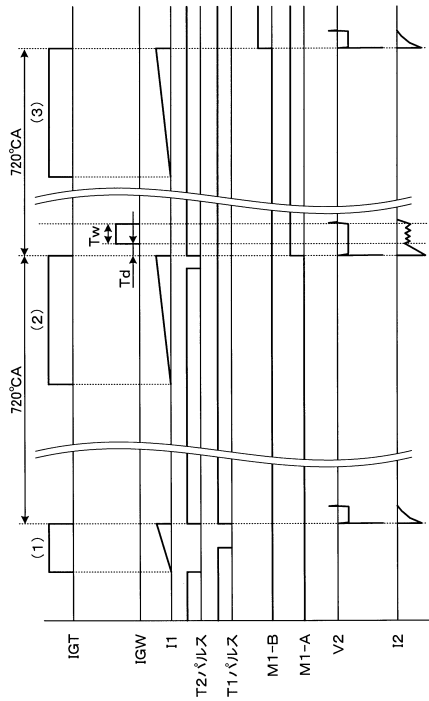
30

40

50

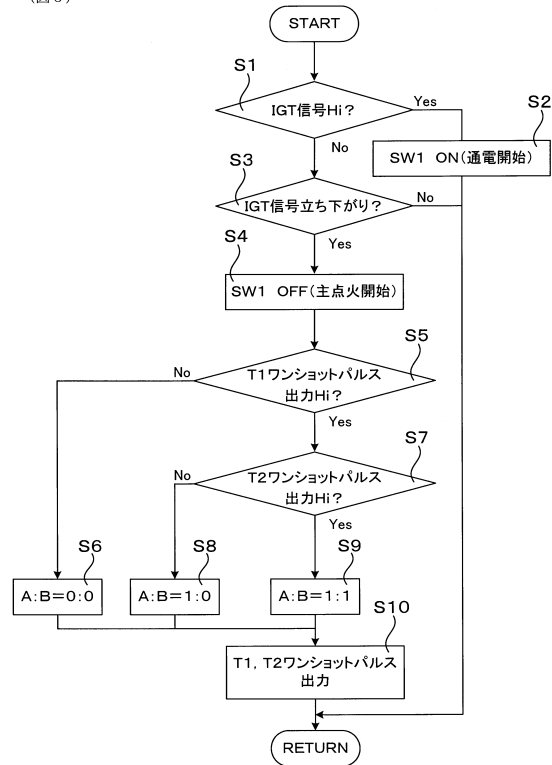
【図5】

(図5)



【図6】

(図6)

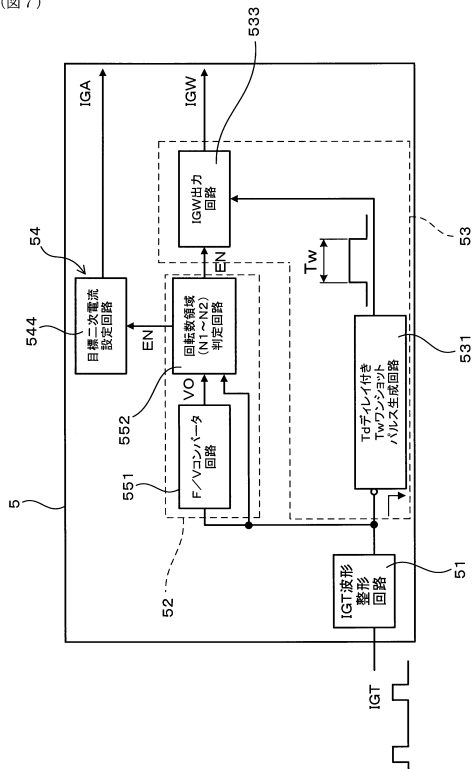


10

20

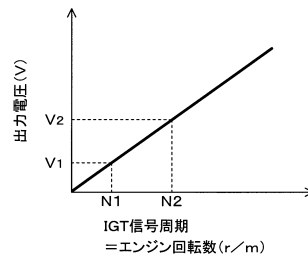
【図7】

(図7)



【図8】

(図8)



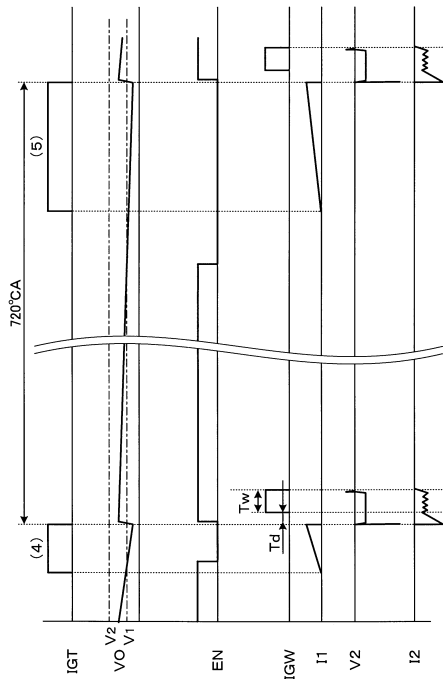
30

40

50

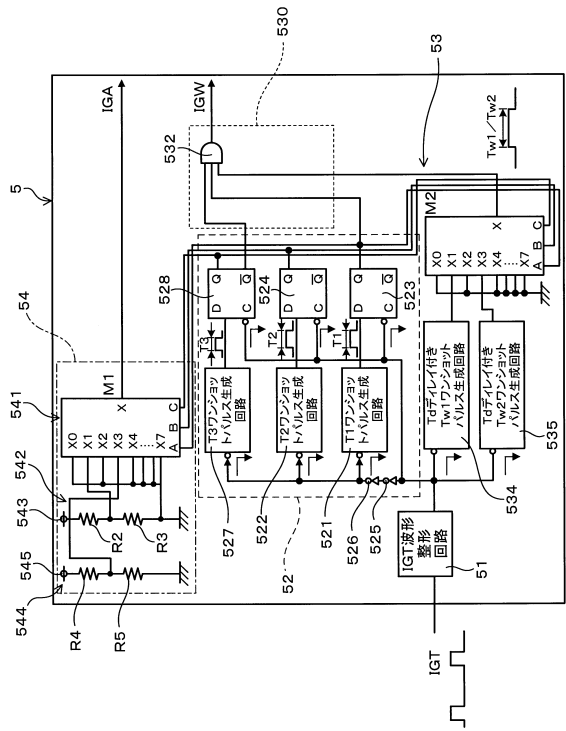
【図 9】

(図 9)



【図 10】

(図 10)

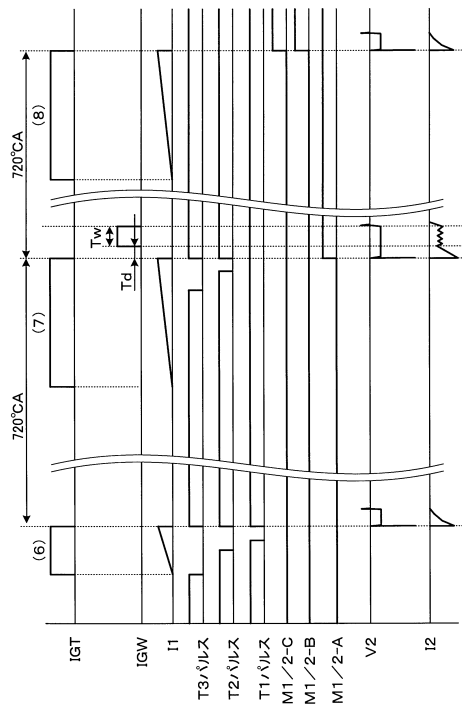


10

20

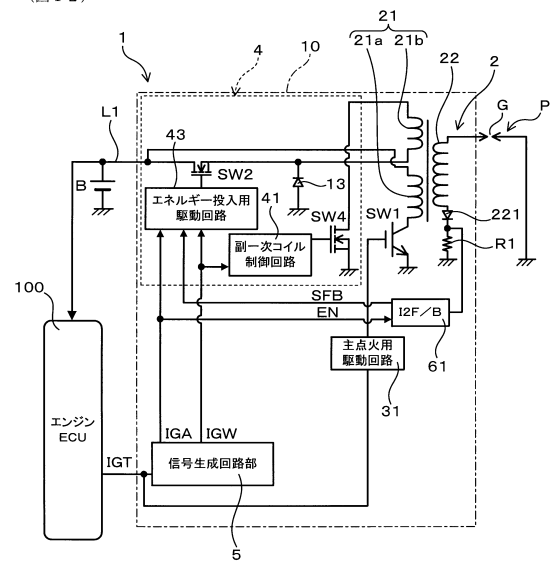
【図 11】

(図 11)



【図 12】

(図 12)



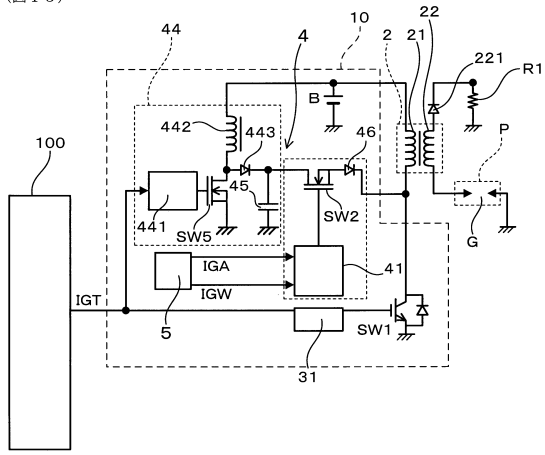
30

40

50

【 図 1 3 】

(図 1 3)



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2015 - 206354 (JP, A)
国際公開第 2016 / 157541 (WO, A1)
特開 2015 - 200284 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F02P 1/00 - 3/12、 7/00 - 17/12