

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6330366号
(P6330366)

(45) 発行日 平成30年5月30日 (2018. 5. 30)

(24) 登録日 平成30年5月11日 (2018. 5. 11)

(51) Int. Cl.

F I

F O 2 P 15/10 (2006. 01)

F O 2 P 15/10 3 O 1 C

F O 2 P 3/04 (2006. 01)

F O 2 P 3/04 3 O 1 R

請求項の数 7 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2014-37921 (P2014-37921)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成26年2月28日 (2014. 2. 28)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2014-218995 (P2014-218995A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成26年11月20日 (2014. 11. 20)	(74) 代理人	110000648
審査請求日	平成29年1月31日 (2017. 1. 31)		特許業務法人あいち国際特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2013-82959 (P2013-82959)	(72) 発明者	中山 覚
(32) 優先日	平成25年4月11日 (2013. 4. 11)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		社デンソー内
(31) 優先権主張番号	特願2013-82713 (P2013-82713)	(72) 発明者	鳥山 信
(32) 優先日	平成25年4月11日 (2013. 4. 11)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		社デンソー内
		(72) 発明者	杉浦 明光
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内

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】

内燃機関 (7) の気筒 (701) 内にて燃料混合気を点火する点火プラグ (1) と、
直流電源 (5) と、

該直流電源に一端の高電圧側端子 (200) が接続される一次巻線 (20) と該一次巻線
の一次巻回数 (N1) に対して所定の巻回比 ($N = N2 / N1$) となる二次巻回数 (N2)
で巻回された二次巻線 (21) とを備え、前記一次巻線に流れる一次電流 (I1) の
増減により、前記二次巻線に高い二次電圧 (V2) を発生し、前記二次巻線の一端のプラ
グ側端子 (211) に前記点火プラグが接続される点火コイル (2) と、

前記点火コイルから前記点火プラグへの放電を制御する制御回路部 (3) と、

前記内燃機関の運転状況に応じて点火時期を指示する点火信号 (IGt) と、補助電源
(33) からの放電開始を指示する放電期間信号 (IGw) とを発する電子制御装置 (ECU4) と、を具備する点火装置であって、

前記制御回路部が、

少なくとも前記直流電源により充電されるエネルギー蓄積コイル (330) を有する前記
補助電源と、

点火用制御端子 (30G) と点火用電源側端子 (30C) と点火用接地側端子 (30E)
と、を有して、前記点火用制御端子に入力された前記点火信号 (IGt) に基づい
て前記点火用電源側端子と前記点火用接地側端子との間の導通を開閉制御するよう
に構成された半導体スイッチング素子であって、前記点火用電源側端子が前記一次巻線
の他端側

10

20

の接地側端子（２０１）に接続されるとともに前記点火用接地側端子が接地され、前記直流電源から前記点火コイルへの通電を開閉制御して、前記点火コイルから前記点火プラグへの放電開始を制御する点火用スイッチ（３０）と、

充電用制御端子（３１Ｇ）と充電用電源側端子（３１Ｃ）と充電用接地側端子（３１Ｅ）とを有して前記充電用制御端子に入力された充電制御信号（ＶＧ３１）に基づいて前記充電用電源側端子と前記充電用接地側端子との間の導通を開閉制御するように構成された半導体スイッチング素子であって、前記直流電源から前記補助電源への充電を制御する充電用スイッチ（３１）と、

放電用制御端子（３２Ｇ）と放電用電源側端子（３２Ｃ）と放電用接地側端子（３２Ｅ）とを有して前記放電用制御端子に入力された放電制御信号（ＶＧ３２）に基づいて前記放電用電源側端子と前記放電用接地側端子との間の導通を開閉制御するように構成された半導体スイッチング素子であって、前記補助電源からの前記点火コイルへの放電を制御する放電用スイッチ（３２）と、

前記点火信号と放電期間信号とに従って、前記点火用スイッチ、前記充電用スイッチ、及び、前記放電用スイッチの開閉を制御するドライバ回路部（３５）と、

前記補助電源からのエネルギー投入の可否を判定する補助エネルギー可否判定手段（３５）とを具備し、

前記充電用スイッチのオンによって前記エネルギー蓄積コイルに電磁エネルギーを蓄積するとともに、

前記点火用スイッチのオフにより開始された前記点火プラグの点火放電中に、前記補助エネルギー可否判定手段によって前記補助電源からの放電が必要と判断したときには、

前記充電用スイッチ及び前記放電用スイッチを開閉制御して前記補助電源から前記一次巻線の低電圧側端子から電磁エネルギーを供給して前記一次電流を変化させることで、前記二次巻線に流れる二次電流を増減することを特徴とする点火装置（６、６ａ、６ｂ、６ｃ、６ｄ）

【請求項２】

前記補助エネルギー可否判定手段が、

前記二次巻線の後端側の非プラグ側端子（２１０）に接続して、二次巻線に流れる二次電流（Ｉ２）を検出する二次電流検出手段（３５２）を具備すると共に、該二次電流を所定の二次電流上限閾値（Ｉ２ＴｈＨ）と、二次電流下限閾値（Ｉ２ＴｈＬ）との比較により前記二次電流上限閾値を超える場合には、前記放電用スイッチをオフにして前記補助電源からの放電を停止し、前記二次電流下限閾値を下回る場合には、前記放電用スイッチをオンにして前記補助電源からの放電を許可する二次電流判定手段（３５１）を具備する請求項１に記載の点火装置（６、６ａ、６ｂ、６ｃ、６ｄ）

【請求項３】

前記補助エネルギー可否判定手段が、

前記一次巻線の接地側端子における一次電圧（Ｖ１）を検出し、該一次電圧と所定の一次電圧閾値（Ｖ１ｔｈ）との比較により、前記補助電源からの放電の可否を判定する一次電圧判定手段（３５０）を具備する請求項１又は２に記載の点火装置（６、６ａ、６ｂ、６ｃ、６ｄ）

【請求項４】

前記一次電圧判定手段が、前記点火信号の立ち下がり後、前記放電期間信号の立ち上がり前の時期に前記一次電圧から前記点火コイルの巻回比に比例する前記二次電圧を予測し、前記補助電源からの放電開始時期を決定する請求項３に記載の点火装置（６、６ａ、６ｂ、６ｃ）

【請求項５】

前記補助電源が、前記エネルギー蓄積コイルに加え、前記充電用スイッチと前記放電用スイッチとの間に、前記エネルギー蓄積コイルに蓄えられた電磁エネルギーを蓄積する１又は複数のエネルギー蓄積コンデンサ（３３１）と、それぞれのエネルギー蓄積コンデンサに対応する数の前記放電用スイッチとを具備する請求項１ないし４のいずれかに記載の点火装置（

10

20

30

40

50

6、6 a、6 b、6 c、6 d)

【請求項6】

前記補助電源が、複数のエネルギー蓄積コンデンサ(331A、331B)と複数の放電用スイッチ(321、322)とを具備し、前記一次電圧判定手段が、前記放電用スイッチがオンとなっているときに前記エネルギー蓄積コンデンサの放電電圧(Vdc)を検出し、該放電電圧と所定の放電電圧閾値(Vdcth)との比較により、前記放電電圧が前記放電電圧閾値を上回る場合には、前記複数のエネルギー蓄積コンデンサの少なくとも一からの放電が不要と判定して、そのエネルギー蓄積コンデンサからの放電を停止すべく前記複数の放電用スイッチの少なくとも一方をオフし、

前記放電電圧が前記放電電圧閾値を下回る場合には、前記複数のエネルギー蓄積コンデンサからの放電が必要と判定して、前記複数の放電用スイッチをオンする請求項4に記載の点火装置(6a、6b、6c)

10

【請求項7】

前記点火用スイッチの点火用接地側端子と点火用電源側端子との間に、点火用接地側端子から点火用電源側端子に向かう電流を許容し、逆向きの電流は阻止する整流素子(301)を介装した請求項1ないし6のいずれかに記載の点火装置(6、6a、6b、6c、6d)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、内燃機関の気筒内にて燃料混合気の点火を行う点火装置に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の装置において、燃料混合気の燃焼状態を良好なものにするために、いわゆる多重放電を行うように構成されたものが知られている。

例えば、特許文献1には、1回の燃焼行程内にて複数回の放電を断続的に生じさせる構成が開示されている。

一方、特許文献2には、放電時間の長い多重放電特性を得るために、2つの点火コイルを並列に接続した構成が開示されている。

さらに、特許文献3には、エネルギー蓄積コイルに接続される電源の電圧が変動した場合においても、所定の出力電流を安定して流すように、点火プラグに正負の反転する電流を与えるために第2のスイッチ手段を繰返しオン・オフする制御を行い、第2のスイッチ手段のオフ期間には、第1のスイッチ手段をオンすることによりエネルギー蓄積コイルに蓄積されるエネルギーを急激に増大させる期間と、第1のスイッチ手段をオフするとともに、第4のスイッチ手段をオンすることによりエネルギー蓄積コイルに蓄積されるエネルギーを緩やかに増大させる期間と、を有する制御を行う内燃機関の点火装置が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2000-199470号公報

40

【特許文献2】特開2007-231927号公報

【特許文献1】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】

【0004】

ところが、特許文献1や特許文献3にあるように、1回の燃焼行程内にて複数回の放電を断続的に生じさせる場合、当該行程内における点火放電の開始から終了までの間に、点火放電電流が繰返しゼロとなる。

すると、特に筒内のガス流速が大きい場合に、いわゆる「吹き消え」が生じ、点火エネルギーがロスされるという問題が生じ得る。

50

一方、特許文献2のように、2つの点火コイルを並列に接続した構成においては、1回の燃焼行程内における点火放電の開始から終了までの間に点火放電電流が繰り返しゼロとなることはないものの、装置構成が複雑化し、装置サイズも大型化するという問題がある。

また、かかる従来技術においては、点火に必要なエネルギーを大きく上回る構成となることで、無駄な電力消費が発生するという問題もある。

【0005】

そこで、本発明は、かかる実情に鑑み、点火プラグの経年劣化や機関の運転条件の変化など、個々の変動要因があっても、放電の吹き消えを防止しつつ、電極の消耗を抑制し、安定した放電の維持を図ることにより着火ロバスト性を向上した内燃機関の点火装置を提供することを目的とするものである。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の点火装置（6、6a、6b、6c、3d）は、点火プラグ（1）と、直流電源（5）と、点火コイル（2）と、制御回路部（3）と、電子制御装置（ECU4）と、を具備する。

前記点火プラグは、内燃機関（7）の気筒（701）内にて燃料混合気を点火する。

【0007】

前記点火コイルは、該直流電源に一端の高電圧側端子（200）が接続される一次巻線（20）と該一次巻線の一次巻回数（N1）に対して所定の巻回比（ $N = N2 / N1$ ）となる二次巻回数（N2）で巻回された二次巻線（21）とを備えている。

20

前記点火コイルは、前記一次巻線に流れる一次電流（I1）の増減により、前記二次巻線に高い二次電圧（V2）を発生し、前記二次巻線の一端のプラグ側端子（211）に前記点火プラグが接続される。

【0008】

前記制御回路部は、前記点火コイルから前記点火プラグへの放電を制御する。

電子制御装置は、前記前記内燃機関の運転状況に応じて点火時期を指示する点火信号（IGt）と、補助電源（33）からの放電開始を指示する放電期間信号（IGw）とを発生する。

前記制御回路部は、前記補助電源と、点火用スイッチ（30）と充電用スイッチ（31）と、放電用スイッチ（32）とドライバ回路部（35）と、補助エネルギー要否判定手段（35）とを具備する。

30

【0009】

前記補助電源は、少なくとも前記直流電源により充電されるエネルギー蓄積コイル（330）を有する。

【0010】

前記点火用スイッチは、点火用制御端子（30G）と点火用電源側端子（30C）と点火用接地側端子（30E）とを有している。前記点火用スイッチは、前記点火用制御端子に入力された前記点火信号に基づいて前記点火用電源側端子と前記点火用接地側端子との間の導通を開閉制御するように構成された半導体スイッチング素子である。前記点火用スイッチは、前記点火用電源側端子が前記一次巻線の他端側の接地側端子（201）に接続されるとともに前記点火用接地側端子が接地され、前記直流電源から前記点火コイルへの通電を開閉制御して、前記点火コイルから前記点火プラグへの放電開始を制御する。

40

【0011】

前記充電用スイッチは、充電用制御端子（31G）と充電用電源側端子（31C）と充電用接地側端子（31E）とを有している。前記充電用スイッチは、前記充電用制御端子に入力された充電制御信号（VG₃₁）に基づいて前記充電用電源側端子と前記充電用接地側端子との間の導通を開閉制御するように構成された半導体スイッチング素子である。前記充電用スイッチは、前記直流電源から前記補助電源への充電を制御する。

【0012】

50

前記放電用スイッチは、放電用制御端子（３２Ｇ）と放電用電源側端子（３２Ｃ）と放電用接地側端子（３２Ｅ）とを有している。前記放電用スイッチは、前記放電用制御端子に入力された放電制御信号（ $V_{G_{32}}$ ）に基づいて前記放電用電源側端子と前記放電用接地側端子との間の導通を開閉制御するように構成された半導体スイッチング素子である。前記放電用スイッチは、前記補助電源からの前記点火コイルへの放電を制御する。

【００１３】

前記ドライバ回路部は、前記点火信号と放電期間信号とに従って、前記点火用スイッチ、前記充電用スイッチ、及び、前記放電用スイッチの開閉を制御する。

【００１４】

前記補助エネルギー要否判定手段は、前記補助電源からのエネルギー投入の要否を判定する。 10

前記充電用スイッチのオンによって前記エネルギー蓄積コイルに電磁エネルギーを蓄積するとともに、前記点火用スイッチのオフにより開始された前記点火プラグの点火放電中に、補助エネルギー要否判定手段によって前記補助電源からの放電が必要と判断したときには、前記充電用スイッチ及び前記放電用スイッチを開閉制御して前記補助電源から前記一次巻線の低電圧側端子から電磁エネルギーを供給して前記一次電流を変化させることで、前記二次巻線に流れる二次電流を増減することを特徴とする。

【発明の効果】

【００１５】

ここで、前記点火プラグにて前記点火放電が開始した後は、前記二次電流（ I_2 ）（以下、適宜「放電電流」と称する）は、そのままでは時間経過とともにゼロに近づく。この点、本発明の構成においては、まず、前記充電用スイッチのオンによって、前記エネルギー蓄積コイルに前記電磁エネルギーが蓄積される。 20

【００１６】

このようにして蓄積された前記電磁エネルギーは、前記点火放電中に、前記充電用スイッチのオフ及び前記放電用スイッチのオンにより、前記エネルギー蓄積コイルから放出される。かかるエネルギー蓄積コイルから放出された電磁エネルギーは、前記接地側端子（２０１）側から前記一次巻線に供給される。

すなわち、前記エネルギー蓄積コイルから前記一次巻線に、前記一次電流が供給される。このとき、それまで通流していた前記放電電流に対して、かかる一次電流の供給に伴う追加分が重畳される。これにより、前記一次巻線に流れる電流が増強され、前記二次巻線に放電維持電圧以上の誘導起電力を発生させることができる。したがって、前記二次電流すなわち前記放電電流が増強され、以て当該放電電流が前記点火放電を維持可能な程度に良好に確保される。また、前記一次巻線における前記他端側すなわち前記点火用スイッチ側から電流を重畳させる構成となるため、かかる電流の重畳を低電圧で実現することができる。 30

【００１７】

したがって、本発明によれば、いわゆる「吹き消え」の発生及びこれに伴う点火エネルギーのロスが、簡略な装置構成によって良好に抑制される。 40

また、このように前記一次巻線の低電圧側（接地側あるいは前記第一スイッチング側）からエネルギーを投入することにより、前記二次巻線側からエネルギーを投入する場合よりも、低圧でエネルギーを投入することが可能となる。

【００１８】

この点、前記一次巻線の高電圧側（前記直流電源側）から、前記直流電源の電圧より高い電圧でエネルギー投入すると、当該直流電源への流入電流などにより効率が悪くなる。

これに対し、本発明によれば、上述のように、前記一次巻線の低電圧側からエネルギーを投入するため、もっとも容易に効率よくエネルギーを投入することができるという優れた効果がある。

さらに、本発明においては、前記補助エネルギー要否判定手段によって、前記補助電源か 50

らのエネルギー供給が必要と判断されたときにのみ、前記補助電源からのエネルギーが過不足なく供給されるため、過剰なエネルギー投入による電極消耗を抑制することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の実施形態に係る点火装置を備えたエンジンシステムの概略構成図

【図2】本発明の第1の実施形態における点火装置6の概要を示す回路図

【図3】図2の点火装置6の作動を示すタイムチャート

【図4】本発明の第2の実施形態における点火装置6aの概要を示す回路図

【図5】実施例1として示す、図4の点火装置6aの電極消耗抑制を図る場合の動作を説明するためのタイムチャート

10

【図6A】比較例1として示す、従来の点火装置における過剰放電の問題を再現した場合のタイムチャート

【図6B】比較例2として示す、従来の点火装置における吹き消えの問題を再現した場合のタイムチャート

【図7A】実施例1として、本発明の点火装置6aにおける電極消耗抑制効果を示す模式図

【図7B】実施例2として、本発明の点火装置6aにおける吹き消え抑制効果を示す模式図

【図8A】比較例1として、従来の点火装置における電極消耗の問題を示す模式図

【図8B】比較例2として、従来の点火装置における吹き消えの問題を示す模式図

20

【図9A】本発明の第2の実施形態における点火装置の変形例6bの概要を示す回路図

【図9B】本発明の第2の実施形態における点火装置の変形例6cの概要を示す回路図

【図10】本発明の第3の実施形態における点火装置6dの概要を示す回路図

【図11A】図10の点火装置6dの作動を示すタイムチャート

【図11B】本発明の第3の実施形態における点火装置の変形例6eの作動を示すタイムチャート

【発明を実施するための形態】

【0020】

<エンジンシステム9の構成>

まず、本発明の点火装置6の説明に先立ち、図1を参照して、本発明の点火装置が適用されるエンジンシステム9の構成の概要について説明する。

30

エンジンシステム9は、火花点火式の内燃機関であるエンジン7と、点火装置6と、吸排気機構8とによって構成されている。エンジン7の本体部を構成するエンジンブロック70の内部には、気筒701及びウォータージャケット702が形成されている。気筒701は、ピストン72を往復移動可能に収容するように設けられている。ウォータージャケット702は、冷却液が通流可能な空間であって、気筒701周囲を取り囲むように設けられている。

【0021】

エンジンブロック70の上部であるシリンダヘッド71には、吸気ポート73及び排気ポート74が、気筒701と連通可能に形成されている。また、シリンダヘッド71には、吸気ポート73と気筒702との連通状態を制御するための吸気バルブ75と、排気ポート74と気筒702の連通状態を制御するための排気バルブ76と、吸気バルブ74及び排気バルブ76を所定のタイミングで開閉動作させるためのバルブ駆動機構77と、が設けられている。

40

【0022】

さらに、エンジンブロック70には、インジェクタ78及び点火プラグ1が装着されている。本実施形態においては、インジェクタ78は、気筒701内に燃料を直接噴射するように設けられている。点火プラグ1は、気筒701内にて燃料混合気を点火するように設けられている。

【0023】

50

エンジン７には、給排気機構８が接続されている。給排気機構８には、吸気管８１（吸気マニホールド８１１及びサージタンク８１０を含む）と、排気管８２と、ＥＧＲ通路８３と、の３種類のガス通路が設けられている。

【００２４】

吸気マニホールド８１１は、吸気ポート７３に接続されている。サージタンク８１０は、吸気マニホールド８１１よりも吸気通流方向における上流側に配置されている。排気管８２は、排気ポート７３に接続されている。

【００２５】

ＥＧＲ通路８３は、排気管８２とサージタンク８１０とを接続することで、排気管８２に排出された排気ガスの一部を吸気に導入可能に設けられている（ＥＧＲはExhaust Gas Recirculationの略である）。

ＥＧＲ通路８３には、ＥＧＲ制御バルブ８４が介装されている。

ＥＧＲ制御バルブ８４は、その開度によってＥＧＲ率（気筒７０１内に吸入される燃焼前のガスにおける排気ガスの混入割合）を制御可能に設けられている。

ＥＧＲ率を高くすると、燃費の低減を図ると共に、排気中のＮＯ_xを低減できる反面、着火性の低下を招き、吹き消えを生じ易くなる虞がある。

また、ターボチャージャを設けて吸気管８１からの吸気量を増やして燃費の低減をはかった過吸気混合エンジンなどにおいても、着火性が低下する。

このような難着火性のエンジンにおいても、本発明に係る点火装置６を用いることで、安定した着火を実現できる。

【００２６】

吸気管８１における、サージタンク８１０よりも吸気通流方向における上流側には、スロットルバルブ８５が介装されている。

スロットルバルブ８５は、その開度が、ＤＣモータ等のスロットルアクチュエータ８６の動作によって制御されるようになっている。

また、吸気ポート７３の近傍には、スワール流やタンブル流を発生させるための気流制御バルブ８７が設けられている。

【００２７】

エンジンシステム９には、本発明に係る点火装置６が設けられている。点火装置６は、点火プラグ１と、点火コイル２と、制御回路部３と、電子制御装置４と、直流電源５とによって構成されている。

点火プラグ１の動作を制御する（すなわちエンジン１１における点火制御を行う）ように構成されている。この点火制御装置３０は、点火回路ユニット３１と、電子制御ユニット３２と、を備えている。

【００２８】

点火プラグ１は、点火コイル２からの高電圧の印加により気筒７０１内で火花放電を発生し、混合気の点火を行う。本発明において、点火プラグ１の構成を特に限定するものではなく、いわゆる火花放電式の公知の点火プラグを適宜用いることができる。

本発明では、気筒７０１内に強い気流が発生している場合や、気筒内に導入される燃料と空気との混合気の濃度が希薄であって難着火性の条件においても、放電開始後に、制御回路部３内に設けた補助電源３３から点火コイル２へ重畳的にエネルギーを投入することで放電の維持を図るようにしている。

【００２９】

制御回路部３は、気筒７０１内の燃料混合気に点火するための火花放電を点火プラグ１にて発生させるように点火コイル２から点火プラグ１への放電を制御するように構成されている。電子制御装置４（以下、ＥＣＵ４と称する。）は、いわゆるエンジンＥＣＵ（ＥＣＵはElectronic Control Unitの略である）であって、回転速度センサ７９３等、後述する各種センサ７９（７９１～７９６）の出力に基づいて取得したエンジン７の運転状態（以下「エンジンパラメータ」と略称する。）に応じて、インジェクタ７８及び制御回路部３を含む各部の動作を制御するようになっている。

【0030】

より具体的な点火制御方法に関しては、図3参照して、後述する。

E C U 4は、取得したエンジンパラメータに基づいて、点火信号 I G t 及び放電期間信号 I G w を生成及び出力するようになっている。

かかる点火信号 I G t 及び放電期間信号 I G w は、気筒 7 0 1 内のガスの状態及び必要とされるエンジン 7 の出力（これらはエンジンパラメータに応じて変化する）に応じた、最適な点火時期及び放電電流を規定するものである。

【0031】

回転速度センサ 7 9 3 は、エンジン回転速度（エンジン回転数ともいう）N e を検出（取得）するためのセンサである。

10

この回転速度センサ 7 9 3 は、ピストン 7 2 の往復運動に伴って回転する図示しないクランクシャフトの回転角度に応じたパルス状の出力を生じるように、エンジンブロック 7 0 に装着されている。

冷却水温センサ 7 9 3 は、ウォータージャケット 7 0 2 内を通流する冷却液の温度である冷却水温 T w を検出（取得）するためのセンサであって、エンジンブロック 7 0 に装着されている。

【0032】

エアフローメータ 7 9 5 は、吸入空気量 G a （吸気管 8 1 を通流して気筒 7 0 1 内に導入される吸入空気の質量流量）を検出（取得）するためのセンサである。このエアフローメータ 7 9 5 は、スロットルバルブ 8 5 よりも吸気通流方向における上流側にて、吸気管 2 1 に装着されている。吸気圧センサ 8 6 は、吸気管 8 1 内の圧力である吸気圧 P a を検出（取得）するためのセンサであって、サージタンク 8 1 0 に装着されている。

20

【0033】

スロットル開度センサ 7 9 2 は、スロットルバルブ 8 5 の開度（スロットル開度 T H A ）に対応する出力を生じるセンサであって、スロットルアクチュエータ 8 6 に内蔵されている。アクセルポジションセンサ 7 9 1 は、図示しないアクセルの操作量（アクセル操作量 A C C P ）に対応する出力を生じるように設けられている。

【0034】

<第1の実施形態>

図2を参照して、本発明の第1の実施形態における点火装置6の概要について説明する。

30

点火装置6は、火花放電を発生して内燃機関7の気筒内に導入した混合気の点火を行う点火プラグ1と、点火プラグ1に高電圧の印加と放電エネルギーの供給とを行う点火コイル2と、点火コイル2へのエネルギー供給を制御する制御回路部3と、内燃機関7の運転状況に応じて点火信号 I G t 及び放電期間信号 I G w を出力して制御回路部3を制御する E C U 4 と直流電源5とによって構成されている。

【0035】

点火プラグ1は、図略の絶縁碍子を介して対向する一対の電極を具備し、一方の電極は接地され、他方の電極は点火コイル20の二次巻線21の接地側端子211に接続されている。

40

本発明の点火装置6は、上述の内燃機関7の気筒701毎に設けられた点火プラグ1への高電圧の印加により火花放電を発生させて、気筒701内に導入された混合気の点火を行うものである。

【0036】

一般に、いわゆるトランジスタ点火においては、直流電源5の電源電圧によって一次巻線20の充電を行い、点火用スイッチ30を開閉し、二次巻線21に極めて高い二次電圧 V 2 を発生させることによって、早期に放電を起こさせることができるが、気筒201内の高気流により放電が伸ばされる場合は、放電期間が短くなり、着火が不安定となるおそれがある。

しかし、本発明の点火装置6では、放電開始後に、補助電源33からの放電によるエネ

50

ルギ投入によって、放電期間を長くして着火の安定性を図ることができる。

【0037】

直流電源5は、車載バッテリーや、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が用いられ、例えば12V、24Vといった一定の直流電圧を供給する。

【0038】

点火コイル2は、所定の一次巻回数 N_1 だけ巻回された一次巻線20と所定の二次巻回数 N_2 だけ巻回された二次巻線21とを備えている。

この点火コイル2は、周知の通り、一次巻線20を通流する一次電流 I_1 の増減により、二次巻線21に一次電圧 V_1 の巻回比($N = N_2 / N_1$)倍の二次電圧 V_2 を発生するように構成されている。

10

【0039】

一次巻線20の一端である高電圧側端子200（非接地側端子とも称し得る）側には、直流電源5における非接地側出力端子（具体的には＋端子）が接続されている。一方、一次巻線20の他端である低電圧側端子201（接地側端子とも称し得る）側は、点火用スイッチ30を介して、接地側に接続されている。すなわち、直流電源5は、点火用スイッチ30がオンされたときに、一次巻線20にて高電圧側端子200側から低電圧側端子201側に向かう方向を正とする一次電流 I_1 を通流させるように設けられている。

【0040】

二次巻線21における一端側の非プラグ側端子210は、ダイオード22及び放電電流検出抵抗372を介して、接地側に接続されている。

20

このダイオード22は、二次電流（放電電流）を点火プラグ1から二次巻線21に向かう（すなわち図中の電流 I_2 が負の値となる）方向に規定すべく、そのアノードが二次巻線21における非接地側端子210側に接続されている。放電電流検出抵抗372は、ダイオード22のカソードとの接続位置にて、二次電流 I_2 （放電電流）に対応する電圧を生じるように設けられている。

かかる接続位置は、当該位置の電圧を制御回路部3に設けた補助エネルギー要否判定手段35に接続されている。

一方、二次巻線21における他端側でのプラグ側端子211は、点火プラグ1に接続されている。

30

ダイオード22は、点火コイル2の二次巻線21に流れる二次電流 I_2 の向きを規制している。

【0041】

制御回路部3は、点火用スイッチ30と充電用スイッチ31と放電用スイッチ32と補助電源33とドライバ回路部34と補助エネルギー要否判定手段35とによって構成されている。本実施形態においては、補助電源33として、エネルギー蓄積コイル330とエネルギー蓄積コンデンサ331とが設けられている。ドライバ回路部34には、充電用スイッチ31を開閉駆動する充電用ドライバ340と、放電用スイッチ32を開閉駆動する放電用ドライバ341が設けられている。

【0042】

40

点火用スイッチ30には、MOSゲート構造トランジスタであるIGBT（IGBTはInsulated Gate Bipolar Transistorの略）等の半導体スイッチング素子が用いられている。

点火用スイッチ30は、点火用制御端子30G（ゲート）と、点火用電源側端子30C（コレクタ）と、点火用接地側端子30E（エミッタ）と、を有している。

点火用スイッチ30は、ゲート30Gに入力された点火信号 I_{Gt} に基づいて、エミッタコレクタ間の導通を開閉制御するように構成されている。

【0043】

本実施形態においては、点火用電源側端子30Cは、一次巻線20の低電圧側端子201側に接続され、点火用接地側端子30Eは、接地されている。

50

さらに、点火用スイッチ 30 のコレクタ 30 C とエミッタ 30 E との間をバイパスするように環流ダイオード 301 が介装されている。

環流ダイオード 301 は、点火用スイッチ 30 のコレクタ 30 C とエミッタ 30 E との間に、エミッタ 30 E 側（接地側）からコレクタ 30 C 側（電源側）に向かう電流を許容し、逆向きの電流は阻止する整流素子である。

【0044】

環流ダイオード 301 のカソードは、点火用スイッチ 30 のコレクタ 30 C に接続され、アノードは、エミッタ 30 E に接続されている。

環流ダイオード 301 は、点火用スイッチ 30 がオフとなりエミッタコレクタ間の導通が遮断されたときに、点火用スイッチ 30 のエミッタ側からコレクタ側へ向かう方向の電流の通流を許容する環流経路を形成し、点火コイル 2 の一次巻線 20 に接地側端子 201 側から非接地側端子 200 側に向かう方向の電流を流すことができる。

【0045】

充電用スイッチ 31 には、MOS ゲート構造トランジスタである IGBT 等の半導体スイッチング素子が用いられている。

充電用スイッチ 31 は、充電用制御端子 31 G（ゲート）と、充電用電源側端子 31 C（コレクタ）と、充電用接地側端子 31 E（エミッタ）と、を有している。充電用スイッチ 31 は、充電用ドライバ 360 からゲート 31 G に入力された充電制御信号 VG31 に基づいて、エミッタコレクタ間の導通を開閉制御するように構成されている。

【0046】

本実施形態においては、充電用スイッチ 31 のコレクタ 31 C は、ダイオード 332 を介して、放電用スイッチ 32 のドレイン 32 D に接続されている。ダイオード 332 は、充電用スイッチ 31 のコレクタ 31 C から放電用スイッチ 32 のドレイン 32 D に向かう方向の電流の通流を許容するように、そのアノードが充電用スイッチ 31 のコレクタ 31 C に接続されている。また、充電用スイッチ 31 はエミッタ 31 E 側が接地されている。

【0047】

放電用スイッチ 32 には、MOSFET（MOSFET は Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor の略）等の半導体スイッチング素子が用いられている。

放電用スイッチ 32 は、それぞれ、放電用制御端子 32 G（ゲート）と、放電用電源側端子 32 D（ドレイン）と、放電用接地側端子 32 S（ソース）と、を有している。放電用スイッチ 32 は、放電用ドライバ 341 から、放電用制御端子 32 G に入力された放電制御信号 VG32 に基づいて、ゲートソース間の導通を開閉制御するように構成されている。

なお、本実施形態においては、放電用スイッチ 32 として、n チャンネル MOSFET を用いた例を示しているが、これに限定するものではない。いわゆるパワートランジスタを適宜採用し得る。点火用スイッチ 30、充電用スイッチ 31 においても同様である。

【0048】

本実施形態においては、放電用スイッチ 32 のソース 32 S は、ダイオード 333 を介して、一次巻線 20 における低電圧側端子 201 側に接続されている。このダイオード 333 は、放電用スイッチ 32 のソース 32 S 側から一次巻線 20 の低電圧側端子 201 側に向かう方向の電流の通流を許容するように、そのアノードが放電用スイッチ 32 のソース 32 S に接続されている。

【0049】

本実施形態における補助電源 33 は、エネルギー蓄積コイル 330 と、エネルギー蓄積コンデンサ 331 と、ダイオード 332 とによって構成されている。

ダイオード 332 は、エネルギー蓄積コイル 330 からエネルギー蓄積コンデンサ 331 への電流の流れを整流し、エネルギー蓄積コンデンサ 331 から放電したときにエネルギー蓄積コイル 330 への逆流を阻止している。

エネルギー蓄積コイル 330 は、充電用スイッチ 31 のオンによって電磁エネルギーを蓄積

10

20

30

40

50

するように設けられたインダクタである。このエネルギー蓄積コイル 330 の一端の電源側端子 330 V は、直流電源 5 の非接地側出力端子（＋端子）に接続され、他端の接地側端子 330 G は、充電用スイッチ 31 における充電用電源側端子 31 C に接続されている。

【0050】

さらに、充電用スイッチ 31 のコレクタ 31 C と放電用スイッチ 31 のドレイン 32 D との間に介装されたダイオード 332 の間に、充電用スイッチ 31 に対して並列となるようにエネルギー蓄積コンデンサ 331 が設けられ、非接地側端子 331 V がダイオード 332 のカソードに接続され、接地側端子 331 G が接地されている。

エネルギー蓄積コンデンサ 331 は、エネルギー蓄積コイル 330 から放電されたエネルギーを蓄積するキャパシタである。

10

【0051】

本実施形態におけるドライバ回路部 34 は、充電用スイッチ 31 を開閉駆動する充電用ドライバ 340 と、放電用スイッチ 32 を開閉駆動する放電用ドライバ 341 と、によって構成されている。

なお、点火用スイッチ 30 は、内燃機関 7 の運転状況に応じて ECU 4 から発信された点火信号 I G t によって直接駆動可能なため、ドライバ回路部を設けていないが、充電用スイッチ 31 と同様に点火信号 I G t に応じて点火用制御信号 V G ₃₀ を発信するドライバ回路部を設けても良い。

【0052】

充電用ドライバ 340 は、内燃機関 7 の運転状況に応じて ECU 4 から発振されて点火信号 I G t を受けて、所定の周期でハイローが切り換えられる高周波パルスからなる充電駆動信号 V G ₃₁ を発生し、充電用スイッチ 31 を開閉駆動する。

20

また、ECU 4 から、点火信号 I G t の立ち下がりから所定の遅延時間 τ （数 μs ～数十 μs ）だけ遅れて立ち上がり、放電期間 T w 経過後に立ち下がる放電期間信号 I G w が発信され、放電期間信号 I G w がオンとなっている間には、充電用スイッチ 31 の開閉駆動が禁止される。

【0053】

本実施形態においては、点火信号 I G t の立ち上がりに同期して、ドライバ 340 が開閉駆動が開始され、点火信号 I G t の立ち下がりに同期してドライバ 340 の開閉駆動が停止され、点火信号 I G t がオンとなっている間に、エネルギー蓄積コンデンサ 331 が充電される。

30

ただし、必ずしもエネルギー蓄積コンデンサ 331 の充電は点火信号 I G t のオン期間に限られず、放電期間信号 I G w がオンとなっている期間以外であればいつでも良い。

また、本実施形態における補助電源 3 は、充電用スイッチ 32 と共に、いわゆる昇圧 Dc-Dc コンバータを構成しており、充電用スイッチ 32 の開閉により、エネルギー蓄積コイル 330 への充電と放電を繰り返し、放電電圧 V d c（充電電圧ともいえる）を昇圧しながらエネルギー蓄積コンデンサ 331 に重畳的に充電を行っている。

エネルギー蓄積コンデンサ 330 は、電源電圧（例えば、12 V ～ 24 V）よりも高い電圧（例えば、50 V ～ 数百 V）に充電される。

【0054】

40

放電用ドライバ 340 は、放電用スイッチ 32 の開閉駆動が可能なゲート電圧を有し、所定の開閉周期でハイローが切り換えられる高周波パルスからなる放電制御信号 V G ₃₂ を生成する。

放電用ドライバ 340 には、点火信号 I G t と、放電期間信号 I G w と、一次電圧判定信号 J D G 1 と、二次電流判定信号 J D G 2 とが入力される。

【0055】

補助電源 33 は、放電用スイッチ 32 を開閉駆動することにより、エネルギー蓄積コンデンサ 331 からの放電と停止とを切り換えることによって、一次巻線 20 に流れる一次電流 I 1 を増強し、二次巻線 21 に放電維持電圧以上の誘導起電力を発生させるため、二次電流 I 2 が増強され、二次巻線 21 に放電の維持を図るための放電維持電流を生じさせる

50

ことができ吹き消えを防止することができる。

また、本発明のように、一次巻線 20 の接地側端子 201 からエネルギーを投入することにより、二次巻線 21 側から投入する場合よりも低い電圧で電磁エネルギーを投入することができる。

【0056】

さらに、一次巻線 20 の高圧側から点火用スイッチ 30 のオン中にバッテリー電圧より高い電圧で投入するとバッテリーへの流入電流などにより効率が悪くなる。

したがって、本発明によれば、もっとも容易に効率よくエネルギーを投入することができるという優れた効果がある。

【0057】

本実施形態においては、補助電源 33 からの放電を適切に制御すべく、制御回路部 3 に補助エネルギー要否判定手段 35 として、一次電圧判定手段 350 と二次電流判定手段 351 とを設け、それぞれの判定結果を放電用ドライバ 341 にフィードバックしている。

本実施形態における補助エネルギー要否判定手段 35 は、一次電圧判定手段 350 と二次電流判定手段 351 及び二次電流検出手段 352 によって構成されている。

本発明では、点火信号 I G t の立ち下がり後、放電期間信号 I G w の立ち上がり前のタイミングで、点火コイル 2 の一次巻線 20 の接地側端子 201 における電圧 V 1 を一次電圧判定手段 350 によってモニタする。

【0058】

一次電圧判定手段 350 は、点火コイル 2 の一次巻線 20 の接地側端子 201 における電圧を一次電圧 V 1 として検出し、これを所定の閾値電圧 V 1 t h と比較して閾値判定し、その結果を一次電圧判定信号 J D G 1 として、放電用ドライバ 341 に入力して、放電エネルギーの投入開始を決定する。

さらに、二次電流判定素 352 は、二次電流 I 2 を検出する二次電流検出手段 352 によって検出した二次電流 I 2 を所定の二次電流上限閾値 I 2 t h H と二次電流下限閾値 I 2 t h L と比較して、その結果を二次電流判定信号 J D G 2 として放電用ドライバ 341 にフィードバックして、放電電流の安定化を図る二次電流判定手段 351 とによって構成されている。

【0059】

放電用ドライバ 340 は、点火信号 I G t がオフ、放電期間信号 I G w がオン、一次電圧判定信号 J D G 1 がオンとなったとき、放電用スイッチ 32 を開閉駆動を開始し、二次電流判定信号 J D G 2 のオンオフに従って放電用スイッチ 32 の開閉を切り換え、補助電源 33 から点火コイル 2 の一次巻線 20 の接地側端子 201 への放電を制御する。

即ち、本発明によれば、放電期間信号 I G w によって一律に補助電源 33 からの放電が開始されるのではなく、一次電圧判定手段 350 によって補助電源 33 からの放電が必要と判断された場合のみ、放電が許可され、過剰なエネルギー供給による電極消耗の抑制を図ることが可能となる。

また、二次電流判定手段 351 によって、二次電圧 V 2 の大きさの如何にかかわらず、放電電流 I 2 が一定の範囲に収まるように、補助電源 33 からの放電を制御することが可能となる。

【0060】

<実施例 1>

図 3 を参照して点火装置 6 の作動について説明する。

本図 (a) に示すように、エンジン 7 の運転状況に応じて E C U 4 から指定のタイミングでハイローが切り替わる点火信号 I G t が発信される。

さらに、本図 (b) に示すように、E C U 4 からは、点火信号 I G t の立ち下がりから所定の遅延時間 τ だけ遅れて立ち上がり、所定の放電期間 T w の間放電を維持するよう指示する放電期間信号 I G w が発信される。

本実施形態においては、本図 (c) に示すように、点火信号 I G t の立ち上がりに同期して、所定の周期でオンオフする充電制御信号 V G 3 1 が生成され、充電用スイッチ 31

10

20

30

40

50

がオンオフする。

【0061】

放電用スイッチ33がオフされた状態で、充電用スイッチ32をオンすると直流電源5からエネルギー蓄積コイル330に電流が流れ、エネルギー蓄積コイル330が充電される。

放電用スイッチ33がオフされた状態で、充電用スイッチ32をオフすると、エネルギー蓄積コイル330に蓄積された電磁エネルギーはダイオード332を介してエネルギー蓄積コンデンサ331側に流れ、エネルギー蓄積コンデンサ331が充電される。

放電用スイッチ33がオフされた状態で、充電用スイッチ32の開閉を繰り返すと、エネルギー蓄積コイル330の充電と、エネルギー蓄積コイル330からエネルギー蓄積コンデンサ331への放電が重畳的に繰り返され、本図(h)に示すように、エネルギー蓄積コンデンサ331には、直流電源5の電圧よりも遙かに高い放電電圧 V_{dc} に充電され、電磁エネルギーを蓄積することができる。

10

【0062】

なお、本実施形態においては、点火信号 I_{Gt} がオンしている間にエネルギー蓄積コンデンサ331を充電する構成を示してあるが、必ずしも、エネルギー蓄積コンデンサ331の充電を点火信号 I_{Gt} に同期して行う必要はない。

所定の放電期間に放電を維持するために必要なエネルギーを蓄積しておけるのであれば、放電期間信号 I_{Gw} がオンされている期間を除きいずれの時期にエネルギー蓄積コンデンサ331の充電を行っても良い。

【0063】

20

一方、点火信号 I_{Gt} のオンオフに同期して、本図(e)に示すように点火用スイッチ30がオンオフされる。

点火用スイッチ30がオンオフにより、点火コイル2の一次巻線20に流れていた一次電流 I_1 が遮断されると、本図(f)に示すように、一次巻線20の高い一次電圧 V_1 が発生し、さらに、本図(g)に示すように、二次巻線21側に一次電圧 V_1 の巻回比($N = N_2 / N_1$)に比例する極めて高い二次電圧 V_2 が発生する。

【0064】

この二次電圧 V_2 が点火プラグ1に印加され、プラグギャップ間で絶縁破壊が生じ放電路が形成されると、本図(i)に斜線で示したように大きな二次電流 I_2 が流れ、点火用スイッチ30のオンにより蓄積された磁気エネルギーを放出しきるまで(I_2 が0Aになるまで)、点火プラグ1に火花放電が発生する。

30

本図(a)に示すように、点火信号 I_{Gt} の立ち下がりから放電期間信号 I_{Gw} の立ち上がりまでの間に、一次電圧判定手段350によって、一次電圧 V_1 の判定が行われる。

このとき、点火用スイッチ30、放電用スイッチ32は共にオフの状態となっている。

さらに、点火コイル2の二次巻線21の非プラグ側端子210とプラグ側端子211との間の二次電圧 V_2 は、点火プラグ1に発生している火花放電の実際の放電距離によって変化する。

【0065】

気筒201内に強い気流によって放電アークが引き延ばされると、放電距離が長くなり、それだけ、二次巻線21の二次電圧 V_2 が高くなる。

40

点火コイル2の誘導作用によって、一次巻線20の接地側端子201において検出される一次電圧 V_1 は、二次電圧 V_2 の変化に比例して変化する。

このため、一次電圧 V_1 を検出することで、気筒201内に流れる気流によって変化する二次電圧 V_2 を予測が可能となる。

放電アークの引き延ばしが発生しない条件であると判断した場合には、補助電源33からの放電を停止し、又は放電開始時期を遅らせ、放電アークの引き延ばしによって吹き消えが発生し易い条件であると判断した場合には、補助電源33からの放電を早期に開始させることができる。

【0066】

一次電圧判定手段350によって、一次電圧 V_1 と所定の一次電圧閾値 V_{1th} との比

50

較が行われ、一次電圧 V_1 が一次電圧閾値 V_{1th} を超える場合には、放電の引き延ばしが発生する条件と判断され、一次判定信号 JDG_1 がオンとなる。

一方、本図 (b) に示すように、放電期間信号 IGw は、点火信号 IGt の立ち下がりから一定の遅延期間 τ だけ遅れて立ち上がり、一次判定信号 JDG_1 は、その時々運転条件に応じて、立ち上がり時期が変化するため、放電期間信号 IGw を一次判定信号 JDG_1 によって補正することで、運転状況の変化に応じて補助電源 33 からの放電を開始させることができる。

【0067】

放電用制御ドライバ 341 には、点火信号 IGt 、放電期間信号 IGw 、一次判定信号 JDG_1 が入力され、本図 (d) に示すように放電制御信号 $VG32$ が出力され、放電用スイッチ 32 が開閉駆動される。

10

充電用スイッチ 31 は、オフの状態となっており、放電用スイッチ 32 の開閉により、本図 (h) に示すように、エネルギー蓄積コンデンサ 331 の放電が起こり、点火コイル 2 の一次巻線 20 の接地側端子 201 から導入されることになる。

これによって、一次巻線 20 に流れる一次電流 I_1 が増加され、本図 (i) に示すように、二次電流が増加される。

【0068】

補助電源 33 からの放電が開始されると、二次電流判定手段 351 に設けた二次電流検出抵抗 352 によって、点火コイル 2 の二次巻線 21 に流れる二次電流 I_2 が検出される。

20

二次電流 I_2 は、二次電流検出抵抗 352 によって電圧変換され、二次電流変換電圧 V_{I2} として二次電流判定手段 351 に入力される。

【0069】

二次電流判定手段 351 においては、所定の二次電流上限閾値 I_{2thH} と二次電流下限閾値 I_{2thL} とからなる 2 つの閾値と二次電流 I_2 とを比較し、二次電流判定信号 JDG_2 が出力される。

二次電流 I_2 が二次電流上限閾値 I_{2thH} を上回るときには、補助電源 33 からの放電が不要と判断し、二次電流 I_2 が二次電流下限閾値 I_{2thL} を下回るときには、補助電源 33 からの放電が必要と判断し、本図 (d) に示すように、二次電流判定信号 JDG_2 がオンオフを切り換えて放電用ドライバ 341 に入力され、放電用スイッチ 32 のオンオフが切り換えられる。

30

その結果、二次電圧 V_2 の変化にかかわらず、本図 (i) に示すように、二次電流 I_2 が一定の範囲となるように通電制御することが可能となる。

【0070】

本発明の点火装置 6 では、吹き消えの生じ難い条件では、補助電源 33 からの放電を遅らせることで、過剰なエネルギー供給による電極消耗を抑制する一方で、吹き消えの生じやすい条件では、補助電源 33 からの放電を速やかに開始し、点火コイル 2 の一次巻線 20 の接地側端子 201 からエネルギーを注入して、放電の維持を図り、吹き消えの防止を図る。

さらに、二次電流検出手段 352 によって検出された二次電流 I_2 (V_{I2}) の変化を閾値判定して、補助電源 33 からの放電と停止とを切り換えることにより、二次電圧 V_2 の変化にかかわらず、二次電流 I_2 を一定の範囲に維持することができる。

40

なお、補助電源 33 からの放電開始後には、放電用スイッチ 32 がオフとなっている状態では、一次電圧 V_1 は接地され 0 となり、放電用スイッチ 32 がオンとなった状態では、エネルギー蓄積コンデンサ 331 の放電電圧 V_{dc} を検出することになる。

【0071】

<第 2 の実施形態>

図 4 を参照して、第 2 の実施形態における点火装置 6a について説明する。

なお、以下の実施形態において、前記実施形態と同じ構成については同じ符号を付し、相違する部分にアルファベットの枝番を付したので、共通する部分の説明を省略し、各実

50

施形態における特徴的な部分を中心に説明する。他の実施形態においても同様である。

【0072】

本実施形態における点火装置6aでは、制御回路部3aを点火用スイッチ30、充電用スイッチ31、放電用スイッチ32a、補助電源33a、ドライバ回路部34a、補助エネルギー要否判定手段35aによって構成している。

補助電源33aは、1つのエネルギー蓄積コイル330に対して、第1、第2のエネルギー蓄積コンデンサ331A、331Bを設けてある。

さらに、放電用スイッチ32aとして、第1、第2のエネルギー蓄積コンデンサ331A、331Bのそれぞれに第1、第2の放電用スイッチ321、322を設け、必要に応じて第1のダイオード332A、第2のダイオード332B、第3のダイオード333A、第4のダイオード333Bを設けた点が相違する。

10

【0073】

また、ドライバ回路部34aは、充電用スイッチ31を開閉制御する充電用ドライバ340と、第1、第2の放電用スイッチ321、322の2それぞれを開閉駆動する第1、第2の放電用ドライバ341、342とによって構成されている。

また、前記実施形態と同様、点火用スイッチ30を開閉駆動する点火制御ドライバを設けても良い。

【0074】

第1、第2の放電用ドライバ341、342には、点火信号IGt、IGw、一次電圧判定信号JDG1、二次電流判定信号JDG2が入力されている。

20

前記実施形態においては、一次電圧V1を閾値判定して、放電開始時期の決定を行ったが、本実施形態においては、これに加え、第1、第2のエネルギー蓄積コンデンサ331A、332Aの切り替えを行うようにしている。

【0075】

前述のように、点火信号IGtの立ち下がりから放電期間信号IGwの立ち上がりまでの遅延時間 τ の間では、一次電圧V1と二次電圧V2とは、一次巻線20の巻回数N1と二次巻線21の巻回数N2との巻回比($N = N2 / N1$)に比例し、 $N = N2 / N1 = V2 / V1$ の関係が成立し、遅延時間 τ の間に一次電圧V1を検出することで、二次電圧V2の予測が可能となる。

一方、放電開始後には、第1の放電用スイッチ321がオンとなったときには、一次電圧V1は、第1のエネルギー蓄積コンデンサ331Aの第1の放電電圧Vdc1に等しく、第2の放電用スイッチ322がオンとなったときには、一次電圧V1は、第2のエネルギー蓄積コンデンサ331Aの第2の放電電圧Vdc2に等しくなる。

30

したがって、一次電圧V1を検出することによって、補助電源33aのエネルギー残量を監視することが可能となる。

【0076】

前記実施形態と同様に、一次電圧V1の判定結果に基づいて、第1のエネルギー蓄積コンデンサ321からの放電を開始し、二次電流I2の判定結果によって、二次電流I2が一定の範囲となるように、第1のエネルギー蓄積コンデンサ321からの放電を行った後、第1の放電電圧Vdc1が所定の放電電圧閾値Vdc1thより低くなった場合には、第1の放電用ドライバを停止し、第2の放電用ドライバの駆動を開始し、第2のエネルギー蓄積コンデンサ322からの放電に切り換えることが可能となる。

40

また、一次電圧V1の判定において、気筒201内が吹き消えを生じ難い条件と判断した場合には、第2のエネルギー蓄積コンデンサ322からの放電を行わないようにすることも可能となる。

【0077】

<実施例2>

図5、図6Aを参照して、実施例2として示す、本発明の第2の実施形態における点火装置6aの基本的な作動とその効果について説明する。

図5中(a)は、点火信号IGtを、(b)は、放電期間信号IGwを、(c)は、充

50

電用スイッチ 31 の開閉状態を、(d) は、第 1 の放電用スイッチ 321 の開閉状態を、(e) は、第 2 の放電用スイッチ 322 の開閉状態を、(f) は、点火用スイッチ 30 の開閉状態を、(g) は、第 1 の放電電圧 V_{dc1} の変化を、(h) は、第 2 の放電電圧 V_{dc2} の変化を、(i) は、投入されたエネルギー E の積算量を、(j) は、一次電圧 V_1 の変化を、(k) は二次電圧 V_2 の変化を、(L) は、二次電流 I_2 の変化を示す。

【0078】

本図 (a) に示すように、ECU8 から、内燃機関の点火時期に応じた点火信号 I_{gt} が発信される。

本図 (b) に示すように、ECU8 から、内燃機関の運転状況に応じて予め設定した放電期間信号 I_{gw} が発信される。

10

本図 (c) に示すように、点火信号 I_{gt} の立ち上がりに同期して充電用スイッチ 31 が開閉駆動し、立ち下がりに同期して充電用スイッチ 31 の駆動が停止される。

【0079】

本図 (g) に示すように、充電用スイッチ 31 の開閉駆動によって、エネルギー蓄積コイル 330 から放出された電磁エネルギーが第 1 のエネルギー蓄積コンデンサ 331A に重畳的に充電され、第 1 のエネルギー蓄積コンデンサ 331A の第 1 の放電電圧 V_{dc1} が上昇する。

同時に、本図 (h) に示すように、充電用スイッチ 31 の開閉駆動によって、エネルギー蓄積コイル 330 から放出された電磁エネルギーが第 2 のエネルギー蓄積コンデンサ 331B に重畳的に充電され、第 2 のエネルギー蓄積コンデンサ 331B の第 2 の放電電圧 V_{dc2} が上昇する。

20

なお、充電完了時において、第 1 の放電電圧 V_{dc1} と第 2 の放電電圧 V_{dc2} は等しい電圧 V_{dc} (例えば、100V) となる。

【0080】

本図 (f) に示すように、点火信号 I_{gt} の立ち上がりに同期して点火用スイッチ 30 がオンとなり、点火信号 I_{gt} の立ち下がりに同期して点火用スイッチ 30 がオフとなる。

本図 (i) に示すように、点火用スイッチ 30 の遮断によって、高いエネルギーが一気に投入される。

その結果、本図 (j) に示すように、点火用スイッチ 30 のオフにより、点火コイル 2 の一次巻線 20 に流れる一次電流 I_1 の急激な変化によって、一次巻線 20 の一次電圧 V_1 が急上昇する。

30

【0081】

本図 (k) に示すように、点火コイル 2 の一次巻線 20 に流れる電流の急激な変化によって、二次巻線 21 に極めて高い二次電圧 V_2 が発生し、点火プラグ 7 の電極間に形成された空間の絶縁が破壊され、放電が起こる。

このとき、本図 (L) に示すように、大きな二次電流 I_2 が流れる。

【0082】

一方、放電開始直後には、本図 (b) に示すように、放電期間信号 I_{gw} が立ち上がる。

40

すると、本図 (d) に示すように、放電期間信号 I_{gw} の立ち上がりに同期して、放電用スイッチ 32 が開閉駆動される。

【0083】

本図 (g) に示すように、充電用スイッチ 31、点火用スイッチ 30 がオフとなった状態で、放電用スイッチ 32 の開閉駆動によって、第 1 の放電電圧 V_{dc1} が変化する。

そのとき発生する電流が一次巻線 20 に流れ、本図 (i) に示すように、放電維持エネルギーとして投入され、本図 (L) に示すように、点火プラグ 1 の電極間の放電を維持するように二次電流 I_2 の低下を抑制する。

【0084】

本図 (j) に示すように、放電開始によって、一次電圧 V_1 は一気に低下するが、気流

50

による放電の伸びにしたがって徐々に放電空間の抵抗が上昇し、所定の放電電圧閾値 V_{dc1th} を超えると、放電電流が流れ難くなるが、一次電圧検出手段 350a から出力された判定信号 JDG3 によって第2のエネルギー蓄積コンデンサ 331B からの放電を開始すべく、本図 (e) に示すように、第2の放電用スイッチ 332 が開閉駆動される。

第2の放電用スイッチ 332 の開閉駆動によって、本図 (h) に示すように、第2の放電電圧 V_{dc2} が変化する。

このため、第1のエネルギー蓄積コンデンサ 331A と第2のエネルギー蓄積コンデンサ 331B との重畳的な駆動によって、本図 (i) に示すように、投入エネルギー E が増加し、本図 (j) に示すように、一次電圧 V_1 の上昇が抑制され吹き消えが抑制される。

【0085】

また、放電期間 T_{w1} は、予め設定したマップに記憶され、運転状況に応じて選択された一定の期間となるが、第1のエネルギー蓄積コンデンサ 331A からの放電は、遅延時間 τ の間に一次電圧判定手段 350a によって一次電圧 V_1 を閾値判定した一次電圧判定信号 JDG1 によって、実際の運転状況に応じた適切なタイミングに放電開始時期開始が決定され、第2のエネルギー蓄積コンデンサ 332 からの放電維持エネルギーが投入される第2の放電期間 T_{w2} は、放電開始後に、第1の放電用スイッチ 332A がオンとなっているときに、一次電圧判定手段 350a によって、検出された第1の放電電圧 V_{dc1} と所定の放電電圧閾値 V_{dc1th} とを比較し、実際に検出された V_{dc1} が放電電圧閾値 V_{dc1th} 以下となるタイミングに応じて増減される。

さらに、前記実施形態と同様、補助電源 33a からの放電が開始された後は、二次電流 I_2 を二次電流検出手段 352 によって検出し、二次電流判定手段 351 によって二次電流 I_2 を閾値判定して二次電流 I_2 が一定の範囲となるように二次電流判定信号 JDG2 の出力が切り換えられ、第1、第2の放電用ドライバ 341、342 から出力される放電制御信号 VG321、VG322 のハイローの切り換えが行われる。

これによって、二次電圧 V_2 が気筒 201 内に流れる気流の変化によって変動しても、二次電流 I_2 が一定の範囲に維持することができる。

このため、発明の点火装置 6 では、過不足なく、放電維持に必要なエネルギーが供給されることになる。

【0086】

本発明においては、点火コイル 2 の一次巻線 20 の一次電圧 V_1 と二次巻線 21 に発生する二次電圧 V_2 との比 V_1/V_2 が、一次巻線 20 の巻回数 N_1 と二次巻線 21 の巻回数 N_2 との比 N_1/N_2 にほぼ等しく、一次電圧 V_1 をモニタすることで、個体差や運転状況の違いによる二次電圧 V_2 の変化を予測し、運転状況の変化だけでなく個体差の影響に対応した、きめ細やかな点火制御を実施することが可能となるのである。

その結果、図7Aに実施例2として示すように、燃焼室内の気流が弱い場合には、補助電源 33 からのブレイク放電と第1のエネルギー蓄積コンデンサ 331 からの放電のみであっても、放電アーク ARK が引き延ばされることがないので、ブレイク放電後の一次電圧 V_1 の上昇が緩やかで、第2のエネルギー蓄積コンデンサ 332 からのエネルギー供給を遅らせ、短期間だけ充放電を実施するようにしても、安定した着火が可能である。

【0087】

<実施例3>

さらに、図7Bに実施例3として、燃焼室内に強い筒内気流が発生している場合における本発明の効果について説明する。

なお、実施例2と同じ作動については説明を省略し、特徴的な点のみを説明する。

【0088】

燃焼室内に強い気流が発生している場合、図7Bに示すように、放電アーク ARK が引き延ばされるので、二次電圧 V_2 が早期に上昇する。

このとき、二次電圧 V_2 の変化と一次電圧 V_1 の変化とに相関があり、遅延時間 τ の間に一次電圧判定手段 350a によって、一次電圧 V_1 をモニタすることで、二次電圧 V_2 の変化を予測できる。

10

20

30

40

50

【0089】

このため、早期にV1が所定の一次電圧閾値V1thを超える場合には、速やかに第2の放電用スイッチ332の開閉が開始され、第1のエネルギー蓄積コンデンサ331Aと第2のエネルギー蓄積コンデンサ331Bとから重畳的にエネルギー投入が実施される。

その結果、図7Bに示すように、二次電流I2の維持に十分なエネルギーが投入され、吹き消えを生じることがなく、安定した着火が実現できる。

【0090】

<比較例1>

図6A、図8Aを参照して、比較例1の問題点を説明する。

比較例1では、従来の多重放電を行う点火装置の問題点を明らかにすべく、本発明の点火装置9において、一次電圧V1の監視結果を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、本図(d)、(e)に示すように、放電開始直後から第1のエネルギー蓄積コンデンサ331Aのみならず、第2のエネルギー蓄積コンデンサ331Bからの放電を一定の開閉周期で行った結果を示すものである。

10

【0091】

その結果、比較例1では、図6A(i)に示すように、投入エネルギーが過剰供給となり、図8Aに示すように、強い放電アークが維持され続け、これが点火プラグ1の電極消耗を引き起こす要因となることが判明した。

また、従来の点火装置のように、電源電圧を監視して、点火プラグに引加される電圧を平均化した場合、放電維持が困難な状況では、放電維持を図る効果が発揮できるが、着火し易い運転状況においては、過剰なエネルギー供給による電極消耗を引き起こすことになる。

20

【0092】

<比較例2>

図6B、図8Bを参照して、比較例2の問題点を説明する。

比較例2では、従来の点火装置の問題点を明らかにすべく、図6B(d)、(e)に示すように、本発明の点火装置6において第2のエネルギー蓄積コンデンサ331Bからの放電を強制的に停止した状態で、燃焼室内に強い筒内気流が発生した条件の下で、点火試験を行った結果を示すものである。

【0093】

比較例2では、一次電圧判定信号JDG1、放電電圧判定信号JDG3、を強制的にオフさせ、また、放電開始後は、二次電流判定信号JDG2をフィードバックさせず、一定の開閉周期で第1の放電用スイッチ321を開閉制御し、点火コイル2の一次電圧V1、第1の放電電圧Vdc1、及び、二次電流I2の監視結果をフィードバックさせない状態としている。

30

その結果、比較例2では、点火信号Igtにしたがって、点火プラグ1に火花放電を発生させ、補助電源33aからの放電により、ある程度放電の維持を図ることが可能である。

【0094】

しかし、比較例2では、第2のエネルギー蓄積コンデンサ331Bからの放電が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8Bに示すように、放電アークARKが引き延ばされ、早期に二次電圧V2が上昇し、放電の維持が困難となり、放電アークが引きちぎられ、図6B(j)、(k)、(L)に示すように、放電の吹き消え、及び、再放電が起こる。

40

【0095】

このとき、瞬間的に二次電流I2が流れなくなり、あたかも、スイッチングが行われたような状態を引き起こし、再放電が発生する。

このため、第1のエネルギー蓄積コンデンサ331Aから供給された放電エネルギーが継続的に同じ混合気へ供給されることなく、放電空間の絶縁破壊に消費されてしまい、十分な火炎成長をすることなく、火炎核FLKが吹き消され、失火に至るおそれがある。

50

【0096】

<変形例>

図9A、図9Bを参照して、本発明の第2の実施形態における点火装置の変形例6b、6cについて説明する。

上記実施形態における点火装置6aでは、第1のエネルギー蓄積コンデンサ331A、第2のエネルギー蓄積コンデンサ331Bのそれぞれが、第1、第2のダイオード332A、332B、を、第1、第2の放電用スイッチ321、322のそれぞれが、第3、第4のダイオード333A、333Bに接続された構成を示したが、変形例における点火装置6bでは、図9Aに示すように、第1のダイオード332Aを第1のエネルギー蓄積コンデンサ331Aと第2のエネルギー蓄積コンデンサ331Bとで共有し、点火装置6Cでは、さらに、第3のダイオード333Aを第1の放電用スイッチ321と第2の放電用スイッチ322とで共有するように構成している。

10

このように、第1、第2のエネルギー蓄積コンデンサ331A、331B及び、第1、第2の放電用スイッチ321、322が、第1、第3のダイオード332A、333Aを兼用することにより、各素子に流れる電流量が大きくなるため、上記実施形態における点火装置6aよりも、各素子に要求される容量は大きくなるが、上記実施形態と同様の効果を発揮しつつ、部品点数を減らすこともできる。

【0097】

また、本実施形態においては、放電期間信号IGWを第2の放電用ドライバ342へも送信し、放電期間信号IGWと一次電圧判定信号JDG1と、放電電圧判定信号JDG3が共にオンとなった場合に、第2のエネルギー蓄積コンデンサ331Bからの放電を開始するようにした構成を示したが、点火装置6bでは、第2の放電用ドライバ342へは、放電期間信号IGWの送信をせず、第1の放電電圧判定信号JDG3のみによって、第2の放電用ドライバの駆動を開始させるようにしても良い。

20

このような構成であっても、上記実施形態と同様の効果を発揮できる。

また、本実施形態においては、第1のエネルギー蓄積コンデンサ331Aと第2のエネルギー蓄積コンデンサ331Bとから重畳的に放電を行うように制御する例を示したが、いずれか一方のみからの放電を行うようにしても良い。

【0098】

さらに、これらとは逆に、第2のエネルギー蓄積コンデンサ331B、第2の放電用スイッチ322、及び、必要に応じたダイオードに加え、これらと同様の構成からなる第3、第4のエネルギー蓄積コンデンサ331C、331D、第3、第4の放電用スイッチ323、324、及び、必要に応じたダイオードを並列に設けるようにしても良い。部品点数が増えるが、各素子の容量を小さくできるため、トータルコストの削減ができる場合もあり、より一相きめ細かな電力供給マネジメントも可能となる。

30

なお、上記実施形態においては、複数の補助電源2、3を点火コイル2の一次巻線20の下流側に接続した例を示したが、上流側に設けるようにしても良い。但し、その場合、整流素子や開閉素子の極性を考慮する必要がある。

また、昇圧回路は共通回路としたが、それぞれに設けてよい。

さらに、点火信号IGt、及び、放電期間信号IGWはECU8からの信号をそのまま使用した例を示したが、ドライバ回路部を設けて、昇圧動作時間と点火コイル時間を分けてもよい。

40

【0099】

<第3の実施形態>

図10を参照して、本発明の第3の実施形態における点火装置6dについて説明する。

点火装置6dは、点火プラグ1、点火コイル2、制御回路部3d、ECU4d、直流電源5からなり、制御回路部3dは、点火用スイッチ30、充電用スイッチ31、放電用スイッチ32、補助電源33d、ドライバ回路部34d、補助エネルギー要否判定手段35dとによって構成されている。

本実施形態においては、第1の実施形態と同様の構成において、補助電源3dとして、

50

エネルギー蓄積コイル 330 のみを備え、エネルギー蓄積コンデンサ 331 を廃した点、及び、補助エネルギー要否判定手段 35d を ECU 4d に設けた点が前記実施形態と相違する。

【0100】

本実施形態におけるドライバ回路部 34d は、ECU 4 から出力された点火信号 I G t 及び放電期間信号 I G w を受信するように、ECU 4 に接続されている。

また、ドライバ回路部 34d は、点火用スイッチ 30、充電用スイッチ 31、放電用スイッチ 32 を制御するように、点火用制御端子 30 G、充電用制御端子 31 G 及び放電用制御端子 32 G に接続されている。このドライバ回路部 34d は、受信した点火信号 I G t 及び放電期間信号 I G w に基づいて、点火用制御信号 I G t、充電制御信号 V G₃₁、及び放電制御信号 V G₃₂ を、それぞれ点火用制御端子 30 G、充電用制御端子 31 G 及び放電用制御端子 32 G に出力するように設けられている。

10

さらに、本実施形態においては、ECU 4d に補助エネルギー要否判定手段 35 が設けられ、一次電圧 V1、放電電圧 V d c、及び、二次電流 I 2 の閾値判定が行われ、一次電圧判定信号 J D G 1、二次電流判定信号 J D G 2、放電電圧判定信号 J D G 3 が ECU 4d に入る。

【0101】

また、本実施形態においては、エネルギー蓄積コンデンサ 331 を廃したため、放電用スイッチ 32 の開閉のみでは、エネルギー蓄積コイル 330 への再充電ができない。

このため、点火用スイッチ 30 の開閉により、放電を開始した後、放電用スイッチ 32 と充電用スイッチ 31 とを交互に開閉するよう、ドライバ回路部 34d の制御がなされる。

20

【0102】

<動作説明>

以下、図 11 を参照して本実施形態の構成による動作（作用・効果）について説明する。図 11 のタイムチャートにおいて、「V d c」は第放電用スイッチ 32 のドレイン 32 D の電圧、「I 1」は一次電流、「I 2」は二次電流、「P」はエネルギー蓄積コイル 330 から放出されて一次巻線 20 に対してその低電圧側端子側から供給される電磁エネルギー（以下「投入エネルギー」と称する）、をそれぞれ示す。

【0103】

なお、図中、一次電流「I 1」及び二次電流「I 2」のタイムチャートにおいては、図 10 にて矢印で示されている方向が正の値となるように示されているものとする。また、投入エネルギー P のタイムチャートにおいては、1 回の点火タイミング中における、供給開始（最初の第二制御信号 I G b の立ち上がり）からの投入エネルギーの積算値が示されている。また、他の実施形態と同様、点火信号 I G t、放電期間信号 I G w、点火制御信号 I G t（V G₃₀）、充電制御信号 V G₃₁、及び放電制御信号 V G₃₂ は、図中上方に立ち上がった状態が「H」であり、下方に立ち下がった状態が「L」であるものとする。

30

【0104】

ECU 4d は、回転速度センサ 793 等の各種センサ 79 の出力に基づいて取得したエンジンパラメータに応じて、インジェクタ 78 及び点火回路ユニット 31 を含む、エンジンシステム 10 における各部の動作を制御する。ここで、点火制御について詳述すると、ECU 4d は、取得したエンジンパラメータに基づいて、点火信号 I G t 及び放電期間信号 I G w を生成する。そして、ECU 4d は、生成した点火信号 I G t 及び放電投入期間信号 I G w を、ドライバ回路部 34d に向けて出力する。加えて、本実施形態では、ECU 4d に一次電圧 V1、放電電圧 V d c、二次電流 I 2 が入力され、それぞれを閾値判定した、一次電圧判定信号 J D G 1、放電電圧判定信号 J D G 3、二次電流判定信号 J D G 2 をドライバ回路部 34d に出力するように構成されている。

40

なお、本実施形態においては、エネルギー投入期間信号 I G w は、点火信号 I G t が H レベルから L レベルに立ち下がると同時に、L レベルから H レベルに立ち上げられるものとする。（遅延期間内に V1 を見る構成と矛盾するので削除しました。）

【0105】

50

ドライバ回路部 34 d は、ECU 4 d から出力された点火信号 I G t 及びエネルギー投入期間信号 I G w を受信すると、これらに基づいて、点火用スイッチ 30 のオンオフを制御するための点火制御信号 V G ₃₀、充電用スイッチ 31 のオンオフを制御するための充電制御信号 V G ₃₁、及び放電用スイッチ 32 のオンオフを制御するための放電制御信号 V G ₃₂ を出力する。

【0106】

なお、本実施形態においては、点火制御信号 V G ₃₀ は、点火信号 I G t と同一である。このため、ドライバ回路部 34 d は、受信した点火信号 I G t をそのまま点火制御信号 V G ₃₀ のゲート 30 G に向けて出力する。

【0107】

一方、充電制御信号 V G ₃₁ 及び放電制御信号 V G ₃₂ は、ECU d から受信した放電期間信号 I G w、一次電圧判定信号 J D G 1、放電電圧判定信号 J D G 3、及び、二次電流判定信号 J D G 2 に基づいて生成されるものである。このため、ドライバ回路部 34 d は、充電制御信号 V G ₃₁ 及び放電制御信号 V G ₃₂ を、充電用スイッチ 31 のゲート 31 G あるいは放電用スイッチ 32 のゲート 32 G に向けて出力する。

【0108】

ここで、本実施形態においては、一次電圧判定手段 350 d の判定結果から、補助電源 33 d からの放電の要否を判定した上で、充電制御信号 V G ₃₁ は、放電期間信号 I G w が H レベルに立ち上がると同時に H レベルに立ち上がるとともに、エネルギー投入期間信号 I G w が H レベルの間に所定の周期で繰り返し立ち上がる、オンデューティ比が一定（1 : 1）の矩形波パルス状の信号である。また、放電制御信号 V G ₃₂ は、放電期間信号 I G w が H レベルの間に、充電制御信号 V G ₃₁ と交互に繰り返し立ち上がる、オンデューティ比が一定（1 : 1）の矩形波パルス状の信号である。

【0109】

すなわち、図 11 A に示されているように、充電制御信号 V G ₃₁ が H レベルから L レベルに立ち下がると同時に放電制御信号 V G ₃₂ が L レベルから H レベルに立ち上がる。また、放電制御信号 V G ₃₂ が H レベルから L レベルに立ち下がると同時に充電制御信号 V G ₃₁ が L レベルから H レベルに立ち上がる。

【0110】

以下図 11 A を参照すると、時刻 t 1 にて点火信号 I G t が H レベルに立ち上がると、これに対応して、点火制御信号 V G ₃₀ が H レベルに立ち上げられることで、点火用スイッチ 30 がオンされる。このとき放電期間信号 I G w は L レベルであるため充電用スイッチ 31 及び放電用スイッチ 32 はオフである。これにより、一次巻線 20 における一次電流 I 1 の通流が開始する。

【0111】

このようにして、点火信号 I G t が H レベルに立ち上がっている時刻 t 1 - t 2 間に、点火コイル 2 が充電される。その後、時刻 t 2 にて点火信号 I G t が H レベルから L レベルに立ち下げられることで点火用スイッチ 30 がオフされると、それ以前まで一次巻線 20 に通流していた一次電流が急激に遮断される。すると、点火コイル 2 が放電し、二次巻線 21 にて、大きな二次電流 I 2 である放電電流が生じる。これにより、点火プラグ 1 にて点火放電が開始する。

【0112】

ここで、時刻 t 2 にて点火放電が開始した後は、従来の放電制御においては（あるいはエネルギー投入期間信号 I G w が H レベルに立ち上げられることなく L レベルのまま維持されるような運転条件においては）、破線で示されたように、放電電流はそのままでは時間経過とともにゼロに近づき、放電を維持できない程度まで減衰する。

【0113】

この点、本動作例においては、時刻 t 2 にて、点火信号 I G t が H レベルから L レベルに立ち下がると同時に、放電期間信号 I G w が L レベルから H レベルに立ち上げられる。すると、まず、放電制御信号 V G ₃₂ が L レベルに維持されつつ、充電制御信号 V G ₃₁

10

20

30

40

50

がHレベルに立ち上げられる。すなわち、放電用スイッチ32がオフの状態で、充電用スイッチ31がオンされる。これにより、エネルギー蓄積コイル330に電磁エネルギーが蓄積される。

【0114】

その後、充電制御信号 VG_{31} がHレベルからLレベルに立ち下ると同時に、放電制御信号 VG_{32} がHレベルに立ち上げられる。このとき、充電用スイッチ31のオフによる、エネルギー蓄積コイル330の放電電圧 Vdc の昇圧と同時に、放電用スイッチ32がオンされることとなる。すると、エネルギー蓄積コイル330から放出された電磁エネルギーが、一次巻線20に対してその低電圧側端子201側から供給される。これにより、点火放電中に、投入エネルギーに起因する一次電流が通流する。

10

【0115】

このようにして、エネルギー蓄積コイル330から一次巻線20に一次電流が供給されると、それまで通流していた放電電流 I_2 に対して、かかる一次電流の供給に伴う追加分が重畳される。これにより、放電電流 I_2 が、点火放電を維持可能な程度に良好に確保される。

このような、エネルギー蓄積コイル330における電磁エネルギーの蓄積と、エネルギー蓄積コイル330からの一次電流の供給に伴う放電電流の重畳は、充電制御信号 VG_{31} のオンパルスと放電制御信号 VG_{32} のオンパルスとが交互に出力されることによって、エネルギー投入期間信号 IGW がHレベルからLレベルに立ち下がる時刻 t_4 まで、繰り返し行われる。

20

【0116】

すなわち、図11Aに示されているように、充電制御信号 VG_{31} のパルスが立ち上がる毎に、エネルギー蓄積コイル330に電磁エネルギーが蓄積される。そして、放電制御信号 VG_{32} のパルスが立ち上がる毎に、エネルギー蓄積コイル330から供給された投入エネルギーにより一次電流 I_1 が順次追加され、これに対応して、放電電流 I_2 が順次追加される。

【0117】

このように、本実施形態の構成においては、いわゆる「吹き消え」が生じないように、放電電流を良好に維持することが可能となる。また、本実施形態の構成においては、特開2007-231927号公報に記載の従来の構成におけるコンデンサが省略されている。したがって、本実施形態によれば、いわゆる「吹き消え」の発生及びこれに伴う点火エネルギーのロスが、従来よりも簡略な装置構成によって、良好に抑制される。

30

本実施形態においても、前記実施形態と同様の効果を発揮できる。

【0118】

<変形例>

以下、本実施形態の変形例について、説明する。なお、上述の実施形態の一部、及び、複数の変形例の全部又は一部が、技術的に矛盾しない範囲内において、適宜、複合的に適用され得る。

また、例えば、ECU4dのうちの一部の機能ブロックが、ドライバ回路部34dと一体化され得る。

40

あるいは、ドライバ回路部34dが、スイッチング素子毎に分割され得る。この場合、点火制御信号 VG_{30} が点火信号 IGt であるときは、ドライバ回路部34dを介することなく、点火信号 IGt がECU4dから直接的に点火用スイッチ火用スイッチ30のゲート30Gに出力されてもよい。

【0119】

図10に示されているように、本実施形態においては、放電用スイッチ32の入力側（すなわちドレイン32D）にて、充電用スイッチ31及びエネルギー蓄積コイル330により、いわゆるフライバック型の昇圧回路が形成されている。

【0120】

本発明は、上述の実施形態にて例示された具体的な動作に限定されない。本実施形態に

50

においては、エネルギー蓄積コイル 330 の充放電を、所定のデューティ比でハイローが切り替わるパルス信号にしたがって、切り換えるようにしたが、前記実施形態と同様に、エネルギー蓄積コイル 330 からの一次電流の供給（充電用スイッチ 31 のオフ及び放電用スイッチ 32 のオン）を、放電電流検出抵抗 352 によって検出された放電電流 I_2 を所定の電流閾値 I_{2thH} 、 I_{2thL} との比較によって、判定する二次電流判定手段 351 を設けて、二次電流が一定の範囲となるように、制御することもできる。

【0121】

図 11B に示す変形例について説明する。

本実施形態では、放電電流（二次電流 I_2 ）が所定の二次電流下限閾値 I_{2thL} 以下となったときに、一次巻線 20 における低電圧側端子への一次電流の供給を実行し、所定の二次電流閾値 I_{2thH} 以上となったときに一次電流の供給を停止するようにしてもよい。

10

具体的には、二次電流検出抵抗 352 によって電圧変換された二次電流 I_2 を、ヒステリシスコンパレータに入力し、出力を所定の分圧抵抗を介して帰還させた閾値電圧との比較によって一定の範囲内に調整することができる。

【0122】

一次電圧判定手段 350a によって、一次電圧 V_1 を閾値判定し、判定フラグ JDG_1 が「0」から「1」に立ち上げられ、その間、補助電源 33d として設けられたエネルギー蓄積コイル 330 への充電と放電とが繰り返される。

このとき、二次電流判定手段 351 によって、二次電流 I_2 が所定の二次電流上限閾値 I_{2thH} 、二次電流下限閾値 I_{2thL} と比較され、放電御信号 VG_{32} 及び充電制御信号 VG_{31} が交互にオンされる。これにより、エネルギー蓄積コイル 330 から一次巻線 20 への一次電流の供給が行われる。

20

【0123】

その他、特段に言及されていない変形例についても、本発明の本質的部分を変更しない範囲内において、本発明の技術的範囲に含まれることは当然である。また、本発明の課題を解決するための手段を構成する各要素における、作用・機能的に表現されている要素は、上述の実施形態や変形例にて開示されている具体的構成及びその均等物の他、当該作用・機能を実現可能ないかなる構成をも含む。

【符号の説明】

30

【0124】

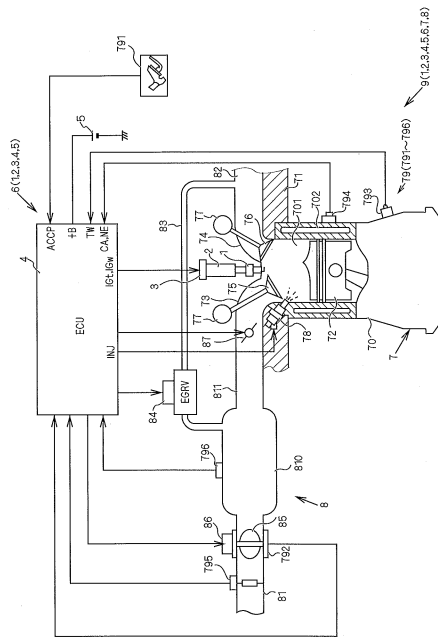
- 1・・・点火プラグ
- 2・・・点火コイル
- 20・・・一次巻線
- 200・・・高電圧側端子（非接地側端子）
- 201・・・低電圧側端子（接地側端子）
- 21・・・二次巻線
- 210・・・非プラグ側端子（非接地側端子）、
- 211・・・プラグ側端子（接地側端子）
- 3・・・制御部
- 30・・・点火用スイッチ
- 30C・・・点火用電源側端子（コレクタ）
- 30G・・・点火用制御端子（ゲート）
- 30E・・・点火用接地側端子（エミッタ）
- 31・・・充電用スイッチ
- 31C・・・充電用電源側端子（コレクタ）
- 31G・・・充電用制御端子（ゲート）
- 31E・・・充電接地側端子（エミッタ）
- 32・・・放電用スイッチ
- 32D・・・放電用電源側端子（ドレイン）

40

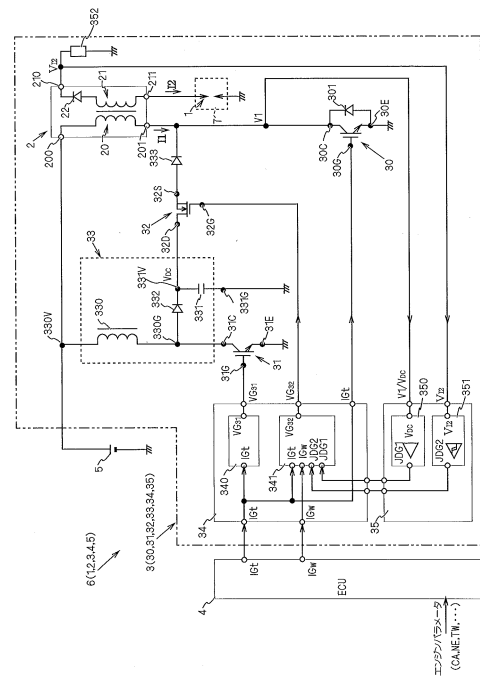
50

3 2 G . . . 放電用制御端子 (ゲート)	
3 2 S . . . 放電接地側端子 (ソース)	
3 3 . . . 補助電源	
3 3 0 . . . エネルギー蓄積コイル	
3 3 0 V . . . コイル電源側端子	
3 3 0 G . . . コイル接地側端子	
3 3 1 . . . エネルギー蓄積コンデンサ	
3 3 2、3 3 3、3 3 4 . . . 整流素子 (ダイオード)	
3 4 . . . ドライバ回路部	
3 4 0 . . . 充電用ドライバ	10
3 4 1 . . . 放電用ドライバ	
3 5 . . . 補助エネルギー要否判定手段	
3 5 0 . . . 一次電圧判定手段	
3 5 1 . . . 二次電流判定手段	
3 5 2 . . . 二次電流検出手段	
4 . . . 電子制御装置 (E C U)	
5 . . . 直流電源	
6 . . . 点火装置	
7 . . . 内燃機関	
8 . . . 吸排気機構	20
9 . . . エンジンシステム	
I G t . . . 点火信号	
V G 3 1 . . . 充電制御信号	
V G 3 2 . . . 放電制御信号	
I G w . . . 放電期間信号	
J D G 1 . . . 一次電圧判定信号	
J D G 2 . . . 二次電流判定信号	

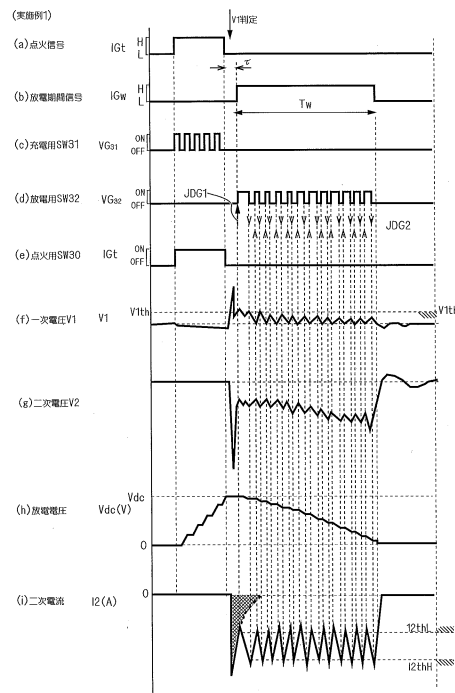
【図 1】



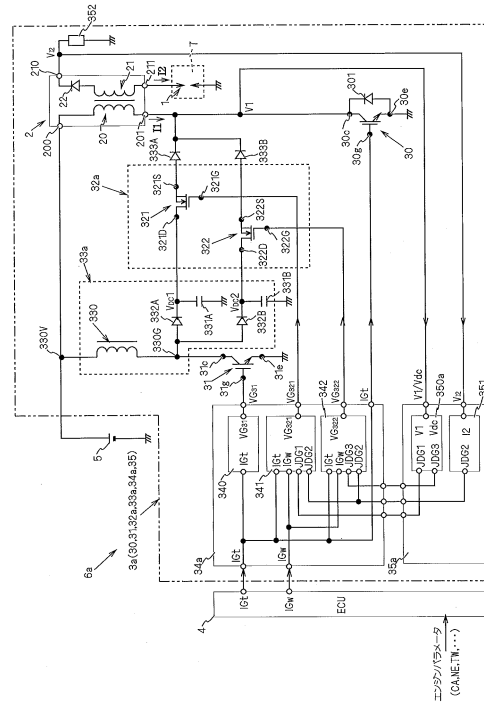
【図 2】



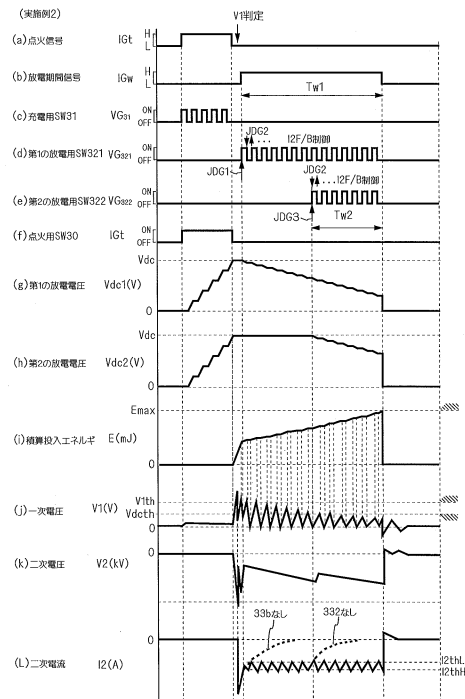
【図 3】



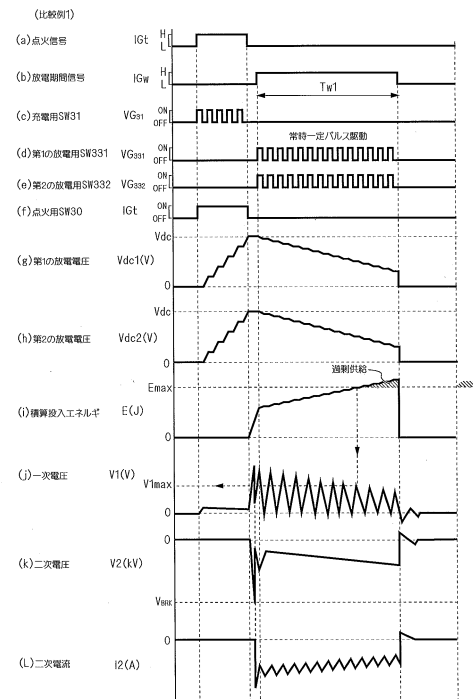
【図 4】



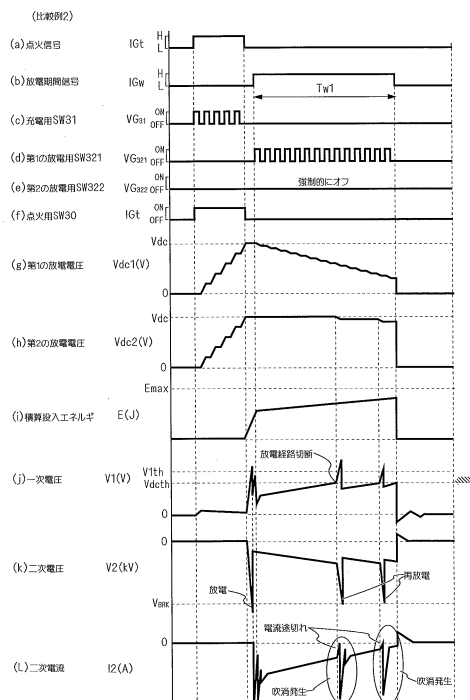
【図 5】



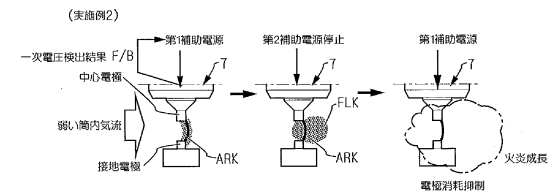
【図 6 A】



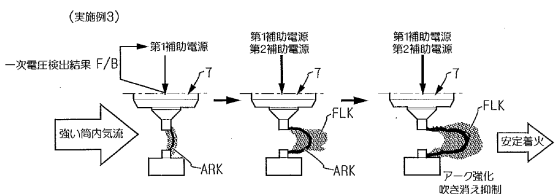
【図 6 B】



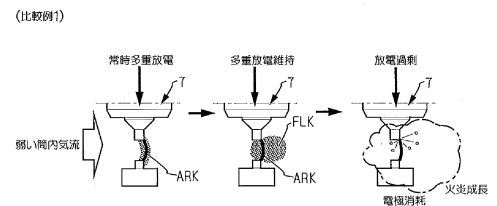
【図 7 A】



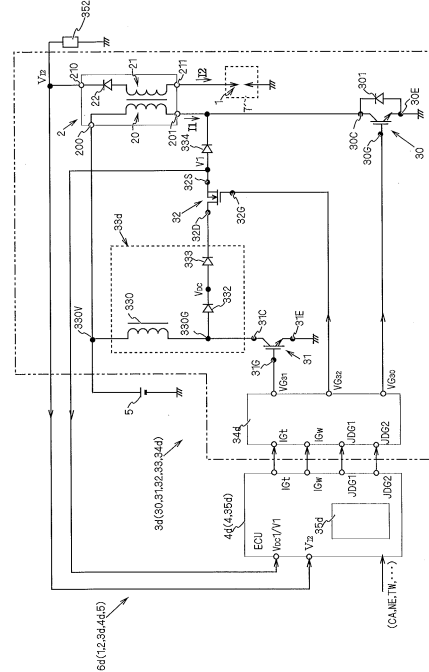
【図 7 B】



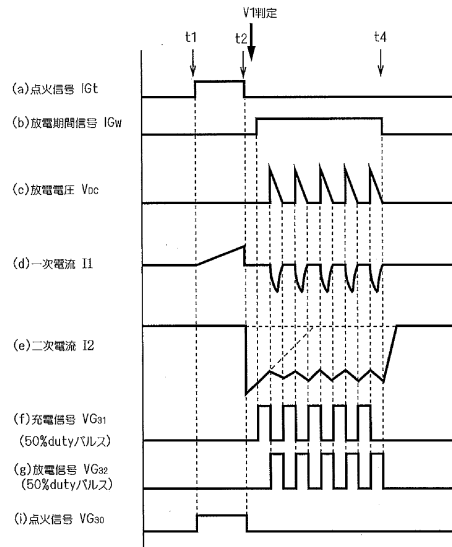
【図 8 A】



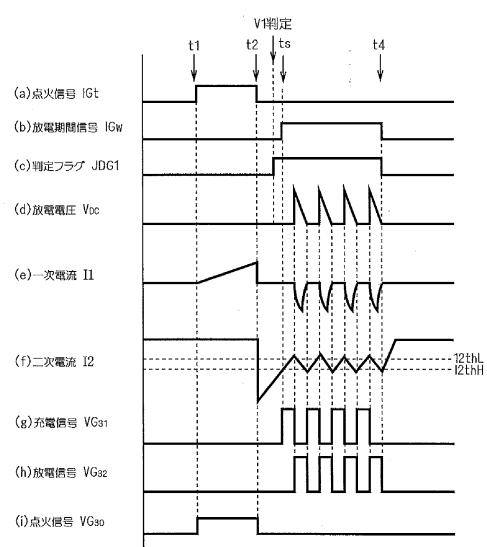
(比較例2)



【図 1 1 A】



【図 1 1 B】



フロントページの続き

- (72)発明者 石谷 雅宏
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 近藤 祐樹
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 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

審査官 北村 亮

- (56)参考文献 特開2010-144534 (JP, A)
特開2010-174644 (JP, A)
特開平08-004637 (JP, A)
特開2000-199470 (JP, A)
特開2007-231927 (JP, A)
特開2011-174471 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02P 15/10
F02P 3/04