

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-190683

(P2017-190683A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017.10.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F O 2 P 3/00 (2006.01)	F O 2 P 3/00 H	3 G O 1 9
F O 2 P 17/12 (2006.01)	F O 2 P 17/00 E	
F O 2 P 3/045 (2006.01)	F O 2 P 3/00 J	
	F O 2 P 3/045 3 O 3 A	

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2016-79358 (P2016-79358)	(71) 出願人	000006013
(22) 出願日	平成28年4月12日 (2016.4.12)		三菱電機株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
		(74) 代理人	100110423
			弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順
		(74) 代理人	100122437
			弁理士 大宅 一宏
		(74) 代理人	100147566
			弁理士 上田 俊一
		(74) 代理人	100161171
			弁理士 吉田 潤一郎
		(74) 代理人	100161115
			弁理士 飯野 智史

最終頁に続く

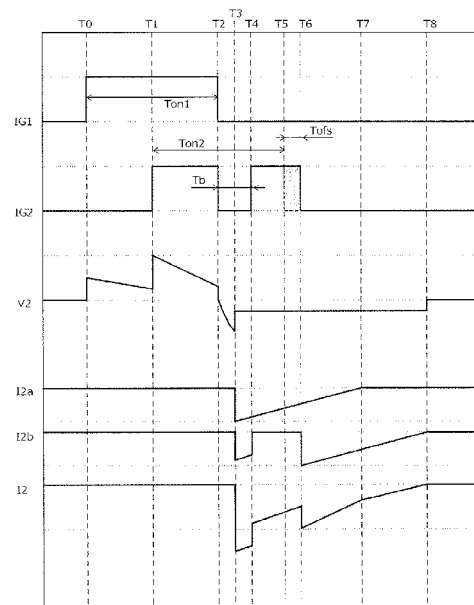
(54) 【発明の名称】 内燃機関の点火制御装置および点火制御方法

(57) 【要約】

【課題】各点火信号が1燃焼サイクル毎に若干の時間差をもって出力される場合でも、低コストでエンジン失火の発生を防止することができる内燃機関の点火制御装置を得る。

【解決手段】間隙を介して対向する第1電極および第2電極を有し、内燃機関の燃焼室内の可燃混合気に点火するための火花放電を間隙に発生する点火プラグと、1次コイルおよび2次コイルの組を複数有し、1次コイルに流れる1次電流を通電または遮断することにより、2次コイルに高電圧を発生して、発生した高電圧を第1電極に印加する点火コイルと、1回の点火工程内で複数の1次コイルをそれぞれ駆動する際、最初の1次コイルに流れる1次電流を遮断するときに、他の1次コイルに流れる1次電流を一旦通電停止させるとともに、通電停止期間経過後に、他の1次コイルに流れる1次電流を再通電させる制御部と、を備えたものである。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

間隙を介して対向する第 1 電極および第 2 電極を有し、内燃機関の燃焼室内の可燃混合気に点火するための火花放電を前記間隙に発生する点火プラグと、

1 次コイルおよび 2 次コイルの組を複数有し、前記 1 次コイルに流れる 1 次電流を通電または遮断することにより、前記 2 次コイルに高電圧を発生して、発生した高電圧を前記第 1 電極に印加する点火コイルと、

1 回の点火工程内で複数の前記 1 次コイルをそれぞれ駆動する際、最初の 1 次コイルに流れる 1 次電流を遮断するときに、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を一旦通電停止させるとともに、通電停止期間経過後に、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を再通電させる制御部と、

10

を備えた内燃機関の点火制御装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記内燃機関の運転状態に基づいて、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を一旦通電停止させる前記通電停止期間を設定する

請求項 1 に記載の内燃機関の点火制御装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記内燃機関の運転状態が、前記火花放電を発生させるための高電圧が必要とされる高圧力条件である場合には、前記通電停止期間を基準期間よりも長く設定する

20

請求項 2 に記載の内燃機関の点火制御装置。

【請求項 4】

前記点火コイルは、最初の 1 次電流が遮断される 1 次コイルと結合した 2 次コイルに流れる電流を検出する 2 次電流検出回路を備え、

前記制御部は、最初の 1 次コイルに流れる 1 次電流を遮断した後に、前記 2 次電流検出回路で検出された電流に基づいて、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を再通電させる

請求項 1 に記載の内燃機関の点火制御装置。

【請求項 5】

前記点火コイルは、前記火花放電により前記燃焼室内の可燃混合気が燃焼したときに、前記燃焼室内に発生するイオン量に応じて流れるイオン電流を検出するイオン電流検出回路を備え、

30

前記制御部は、前記イオン電流検出回路で検出されたイオン電流に基づいて前記点火プラグのリーク状態を検出し、前記点火プラグにリークが検出された場合には、前記通電停止期間を基準期間よりも長く設定する

請求項 1 から請求項 4 までの何れか 1 項に記載の内燃機関の点火制御装置。

【請求項 6】

前記点火コイルは、最初の 1 次電流が遮断される 1 次コイルと結合した 2 次コイルに流れる電流を検出する 2 次電流検出回路、および前記火花放電により前記燃焼室内の可燃混合気が燃焼したときに、前記燃焼室内に発生するイオン量に応じて流れるイオン電流を検出するイオン電流検出回路の少なくとも一方を備え、

40

前記制御部は、前記 2 次電流検出回路および前記イオン電流検出回路の少なくとも一方からの出力に基づいて、最初の 1 次コイルに流れる 1 次電流を遮断した後の前記点火プラグの火花放電維持状態を検出し、火花放電維持の途切れが検出された場合には、次の点火行程において、最初の 1 次コイルに流れる 1 次電流を通電してから、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を通電するまでの期間を標準時間差よりも短く設定するとともに、前記通電停止期間を基準期間よりも長く設定する

請求項 1 に記載の内燃機関の点火制御装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記通電停止期間に応じて、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を再通電させる再通電期間を設定する

50

請求項 1 から請求項 6 までの何れか 1 項に記載の内燃機関の点火制御装置。

【請求項 8】

間隙を介して対向する第 1 電極および第 2 電極を有し、内燃機関の燃焼室内の可燃混合気に点火するための火花放電を前記間隙に発生する点火プラグと、

1 次コイルおよび 2 次コイルの組を複数有し、前記 1 次コイルに流れる 1 次電流を通電または遮断することにより、前記 2 次コイルに高電圧を発生して、発生した高電圧を前記第 1 電極に印加する点火コイルと、

を備えた内燃機関で実現される点火制御方法であって、

1 回の点火工程内で複数の前記 1 次コイルをそれぞれ駆動する際、

最初の 1 次コイルに流れる 1 次電流を遮断するときに、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を一旦通電停止させるステップと、

通電停止期間経過後に、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を再通電させるステップと、

を有する内燃機関の点火制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、内燃機関の燃焼室内の可燃混合気に点火する内燃機関の点火制御装置および点火制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、環境保全や燃料枯渇の問題が提起されており、自動車業界においても、これらの問題への対応が急務となっている。これらの問題に対応するための技術として、排気再循環 (EGR: Exhaust Gas Recirculation) を利用してポンピング損失を低減することで、燃料消費量を飛躍的に改善するものが知られている。

【0003】

しかしながら、排気である既燃ガスは不燃性であり、かつ空気に対して熱容量が大きいので、EGR によって既燃ガスを燃焼室へ大量に再吸入すると、可燃混合気の着火性や燃焼性が悪化するという課題があった。

【0004】

そこで、このような課題を解決するために、2 つのコイル対を用いてより長く火花放電を維持させることで、可燃混合気の着火性を安定させるとともに、安定した火炎核を形成できるようになり、可燃混合気の燃焼性を安定させることができる内燃機関の点火装置が提案されている (例えば、特許文献 1 参照)。

【0005】

この内燃機関の点火装置では、第 1 1 次コイルの通電によって発生する放電の開始から終了までの第 1 放電期間と、第 2 1 次コイルの通電によって発生する放電の開始から終了までの第 2 放電期間とが一部において重複し、第 1 放電期間の始期が第 2 放電期間の始期よりも前であり、かつ第 1 および第 2 放電期間の重複放電期間が設定重複期間となるように、第 1 および第 2 点火信号が生成される。

【0006】

また、設定重複期間は、第 1 放電期間、吹き消えが発生しない放電電流値の最小値である吹き消え閾値、および第 1 放電期間の始期における放電電流値である最小ピーク値に応じて、吹き消えが発生しない範囲でピーク放電電流が最小となるように設定される。

【0007】

この内燃機関の点火装置によれば、より長く火花放電を維持させ、可燃混合気の着火性や燃焼性を安定させることで、EGR によって既燃ガスを燃焼室へ大量に導入することを可能とし、ポンピング損失を低減して、燃料消費量を改善することが期待される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

10

20

30

40

50

【特許文献１】特開２０１５－１２９４６５号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

特許文献１に記載の内燃機関の点火装置は、各気筒に設けられた点火プラグに火花放電を発生させる駆動回路が２つのコイル対を備え、各コイル対は、１次コイルおよび２次コイルを鉄心に巻回することで構成されている。また、１次コイルには、スイッチング素子としてのトランジスタが接続されている。

【００１０】

ここで、エンジン制御装置から各コイル対のそれぞれに点火信号が出力され、点火信号のオン時にトランジスタがオンすると、１次コイルに１次電流が供給される。その後、点火信号のオフ時にトランジスタがオフすると、２次コイルの両端に高電圧が発生し、点火プラグの電極間において火花放電が発生する。以下、エンジン制御装置をＥＣＵ（Engine Control Unit）と称する。

10

【００１１】

このとき、各点火信号は、それぞれ１燃焼サイクル毎に若干の時間差をもって出力され、最初の点火信号のオフ時点から放電が開始されて、２次コイル電流が流れ、点火プラグ電極間の放電電流は、２次コイル電流の和となる。

【００１２】

しかしながら、最初の点火信号のオフ時点において、他方のコイル対の点火信号がオン状態である場合には、他方のコイル対のインピーダンスが低く、点火プラグに供給されるエネルギーの一部が漏洩する恐れがある。そのため、火花放電を発生させるために高い電圧が必要とされる高圧力条件下において、絶縁破壊できない場合があり、エンジン失火を引き起こすという問題がある。

20

【００１３】

また、エネルギーの漏洩を防止するために、点火プラグと２次コイルとの間に、２次コイルの逆流を防止する高圧ダイオードとしてアバランシェダイオードを接続する場合には、耐圧の高い高性能なものをを用いる必要があり、コストが高くなるという問題もある。

【００１４】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、各点火信号がそれぞれ１燃焼サイクル毎に若干の時間差をもって出力される場合であっても、低コストでエンジン失火の発生を防止することができる内燃機関の点火制御装置および点火制御方法を得ることを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【００１５】

この発明に係る内燃機関の点火制御装置は、間隙を介して対向する第１電極および第２電極を有し、内燃機関の燃焼室内の可燃混合気点火するための火花放電を間隙に発生する点火プラグと、１次コイルおよび２次コイルの組を複数有し、１次コイルに流れる１次電流を通電または遮断することにより、２次コイルに高電圧を発生して、発生した高電圧を第１電極に印加する点火コイルと、１回の点火工程内で複数の１次コイルをそれぞれ駆動する際、最初の１次コイルに流れる１次電流を遮断するときに、他の１次コイルに流れる１次電流を一旦通電停止させるとともに、通電停止期間経過後に、他の１次コイルに流れる１次電流を再通電させる制御部と、を備えたものである。

40

【００１６】

また、この発明に係る内燃機関の点火制御方法は、間隙を介して対向する第１電極および第２電極を有し、内燃機関の燃焼室内の可燃混合気点火するための火花放電を間隙に発生する点火プラグと、１次コイルおよび２次コイルの組を複数有し、１次コイルに流れる１次電流を通電または遮断することにより、２次コイルに高電圧を発生して、発生した高電圧を第１電極に印加する点火コイルと、を備えた内燃機関で実現される点火制御方法であって、１回の点火工程内で複数の１次コイルをそれぞれ駆動する際、最初の１次コイ

50

ルに流れる１次電流を遮断するときに、他の１次コイルに流れる１次電流を一旦通電停止させるステップと、通電停止期間経過後に、他の１次コイルに流れる１次電流を再通電させるステップと、を有するものである。

【発明の効果】

【００１７】

この発明に係る内燃機関の点火制御装置および点火制御方法によれば、１回の点火工程内で複数の１次コイルをそれぞれ駆動する際、最初の１次コイルに流れる１次電流を遮断するときに、他の１次コイルに流れる１次電流が一旦通電停止されるとともに、通電停止期間経過後に、他の１次コイルに流れる１次電流が再通電される。

そのため、各点火信号がそれぞれ１燃焼サイクル毎に若干の時間差をもって出力される場合であっても、低コストでエンジン失火の発生を防止することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】この発明の実施の形態１に係る内燃機関の点火制御装置を示す構成図である。

【図２】この発明の実施の形態１に係る内燃機関の点火制御装置の動作を示すタイミングチャートである。

【図３】図２に示した２次電圧の一部を拡大して示す説明図である。

【図４】この発明の実施の形態２に係る内燃機関の点火制御装置を示す構成図である。

【図５】この発明の実施の形態３に係る内燃機関の点火制御装置を示す構成図である。

【図６】この発明の実施の形態３に係る内燃機関の点火制御装置の動作を示すタイミングチャートである。

20

【図７】この発明の実施の形態４に係る内燃機関の点火制御装置を示す構成図である。

【図８】この発明の実施の形態４に係る内燃機関の点火制御装置の動作を示すタイミングチャートである。

【図９】この発明の実施の形態５に係る内燃機関の点火制御装置の動作を示すタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１９】

以下、この発明に係る内燃機関の点火制御装置および点火制御方法の好適な実施の形態につき図面を用いて説明するが、各図において同一、または相当する部分については、同一符号を付して説明する。

30

【００２０】

実施の形態１．

図１は、この発明の実施の形態１に係る内燃機関の点火制御装置を示す構成図である。図１において、内燃機関の各気筒には、点火コイル２に接続された点火プラグ１が設けられている。なお、図１では、１つの気筒を抜粋して示している。

【００２１】

点火プラグ１は、火花放電を行うための点火電圧が印加される第１電極と、この第１電極に対して間隙を介して対向し、接地電位に維持される第２電極とを有している。また、点火プラグ１は、これらの電極間に点火コイル２の点火電圧が印加されることにより、火花放電を発生し、燃焼室内の可燃混合気に点火または着火して、これを燃焼させる。以下、点火または着火を、単に点火と称する。

40

【００２２】

点火コイル２は、点火プラグ１と機械的に一体に固定されており、バッテリーからなる電源に一端が接続された１次コイル２１ａおよび１次コイル２１ｂに磁気鉄心を介して結合された２次コイル２２ａと、電源に一端が接続された１次コイル２１ｂおよび１次コイル２１ｂに磁気鉄心を介して結合された２次コイル２２ｂとからなる２つのコイル対を有している。

【００２３】

また、各コイル対の１次コイル２１ａ、２１ｂの他端は、それぞれスイッチング素子と

50

してのパワートランジスタ 250 a、250 b が接続されている。また、各コイル対の 2 次コイル 22 a、22 b の一端は、バッテリーからなる電源に接続され、他端は、それぞれ 2 次コイル 22 a、22 b の逆流を防止するアバランシェダイオード 270 a、270 b を介して、点火プラグ 1 の第 1 電極に接続されている。

【0024】

制御部である ECU 3 は、クランク角センサ 301 や吸気圧センサ 302、水温センサ 303 といった各種センサの出力を取得し、各種センサからの情報に基づいて内燃機関の運転状態を判断し、燃料や点火等に関する各種制御を行う。また、各コイル対は、ECU 3 からそれぞれパワートランジスタ 250 a、250 b を動作させる点火信号 IG1、IG2 を受け取る。

10

【0025】

次に、図 2 を参照しながら、上記構成の内燃機関の点火制御装置の具体的な動作について説明する。図 2 は、この発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の点火制御装置の動作を示すタイミングチャートである。図 2 において、横軸は時刻を示しているが、クランク角であってもよい。

【0026】

まず、ECU 3 は、各種センサからの情報に基づいて内燃機関の運転状態を判断し、点火コイル 2 内の 2 つのコイル対を動作させる時刻 T0、T1 のタイミングで点火信号 IG1、IG2 を出力する。ここで、2 つのコイル対を動作させるタイミングを、 $T1 > T0$ と若干の時間差をもたせることで、より長く火花放電を維持させることができる。

20

【0027】

時刻 T0 において、最初の点火信号 IG1 がハイレベルの状態になると、点火コイル 2 内の 2 つのコイル対のうち、1 次コイル 21 a に 1 次電流が流れることでエネルギーの蓄積を開始する。

【0028】

続いて、点火信号 IG1 がハイレベルからローレベルへと切り替わる時刻 T2 のタイミングで 2 次コイル 22 a に負の高電圧である 2 次電圧 V2 が生成され、点火プラグ 1 へ供給される。以下、ハイレベルを「Hレベル」と称し、ローレベルを「Lレベル」と称する。

【0029】

30

一方、時刻 T1 において、他方のコイル対の点火信号 IG2 が Hレベルの状態になると、1 次コイル 21 b に 1 次電流が流れることでエネルギーの蓄積を開始する。このとき、特許文献 1 に示された点火制御では、時刻 T1 から時刻 T5 まで連続的に点火信号 IG2 が Hレベルの状態になる。

【0030】

この場合には、最初の点火信号 IG1 が Hレベルから Lレベルになる時刻 T2 において、他方のコイル対の点火信号 IG2 が Hレベルであるため、他方のコイル対の 2 次コイル 22 b のインピーダンスが低くなる。

【0031】

40

ここで、図 3 を参照しながら、時刻 T2 における点火プラグ 1 に供給される負の高電圧生成開始から、時刻 T3 における本発明の絶縁破壊および時刻 T3' における従来技術の絶縁破壊までの 2 次電圧 V2 の変化について説明する。図 3 は、図 2 に示した 2 次電圧の一部を拡大して示す説明図である。図 3 において、横軸は時刻を示しているが、クランク角であってもよい。

【0032】

内燃機関の運転状態が、火花放電を発生させるために高い電圧が必要とされる高圧力条件である場合には、2 次コイル 22 b に接続されたアバランシェダイオード 270 b から、点火プラグ 1 に供給されるエネルギーの一部が漏洩することがある。

【0033】

このとき、上述したように、他方のコイル対の 2 次コイル 22 b のインピーダンスが低

50

くなると、図 3 の破線のように、2 次電圧 V_2 の立ち下がりが、エネルギー漏洩なし時に比べて遅くなる。そのため、高圧力条件下で絶縁破壊できない場合には、エンジン失火を引き起こしてしまう。

【0034】

そこで、この発明の実施の形態 1 では、図 2 に示されるように、最初の点火信号 IG_1 が H レベルから L レベルになる時刻 T_2 において、他方のコイル対の点火信号 IG_2 も一旦 H レベルから L レベルとする。すなわち、点火信号 IG_1 、 IG_2 が H レベルから L レベルへと切り替わる時刻 T_2 のタイミングで、2 次コイル 22b から負の高電圧である 2 次電圧が生成され、点火プラグ 1 へ供給される。

【0035】

これにより、2 次コイル 22b に接続されたアバランシェダイオード 270b から、点火プラグ 1 に供給されるエネルギーの一部が漏洩することがなくなる。そのため、絶縁破壊ができなくなることを防止し、エンジン失火を引き起こしてしまうことを防止できる。また、アバランシェダイオード 270a、270b として、耐圧の高い高性能なものを用いる必要がない。

【0036】

なお、点火信号 IG_2 を一旦 L レベルとする通電停止期間 T_b は、ECU 3 で判断される内燃機関の運転状態に基づいて設定される。具体的には、通電停止期間 T_b は、あらかじめ実験から得られる値が基準期間として設定される。

【0037】

特に、火花放電を発生させるために高い電圧が必要とされる高圧力条件下では、時刻 T_2 における負の高電圧生成開始から、時刻 T_3 における絶縁破壊までの時間も長くなる。そのため、この場合には、点火信号 IG_2 を L レベルとする通電停止期間 T_b を、基準期間よりも長く設定する必要がある。ここでは、あらかじめ実験から得られる値に余裕度を考慮した数十～数百 μs レベルの値を設定すればよい。

【0038】

また、時刻 T_3 における絶縁破壊後、再度点火信号 IG_2 を H レベルとする時刻 T_4 までの、点火信号 IG_1 、 IG_2 の両方が L レベルである期間は、各コイル対から放電 2 次電流 I_{2a} 、 I_{2b} が供給されるため、点火信号 IG_1 のみ L レベルの場合に比べて長くなる。しかしながら、運転状態に応じて最適な値が設定されるため、不必要に放電 2 次電流 I_2 を供給することなく、点火プラグ 1 の摩耗を抑制することができる。

【0039】

再度点火信号 IG_2 を H レベルとする時刻 T_4 後、従来の点火装置であれば、点火信号 IG_2 の H レベル期間 T_{on2} が、点火信号 IG_1 と同じ H レベル期間 T_{on1} になるように、時刻 T_5 で点火信号 IG_2 を L レベルとする。これに対して、この発明の実施の形態 1 では、点火信号 IG_2 を一旦 L レベルとする通電停止期間 T_b に基づいて、点火信号 IG_2 を H レベルとする再通電期間を設定する。

【0040】

上述したように、火花放電を発生させるために高い電圧が必要とされる高圧力条件下では、時刻 T_2 における負の高電圧生成開始から、時刻 T_3 における絶縁破壊までの時間も長く設定されるが、1 次コイル 21b に 1 次電流が流れることで蓄積したエネルギーを消費する量も多い。

【0041】

そこで、通電停止期間 T_b に消費されるエネルギー分を補えるように、点火信号 IG_2 を H レベルとする期間 T_{on2} を、 T_{ofs} 分長めに、すなわち $T_{on2} + T_{ofs}$ に設定し、時刻 T_6 で点火信号 IG_2 を L レベルとする。これにより、実際の火花放電時間が所望の火花放電時間から短くなってしまい、不安定燃焼となってしまうことを防止することができる。

【0042】

点火信号 IG_2 を L レベルとする時刻 T_6 後、2 次コイル 22b から放電 2 次電流 I

10

20

30

40

50

2 b が供給されるため、放電 2 次電流 I_{2a} 、 I_{2b} の和で表される、点火プラグ 1 に供給される放電 2 次電流 I_2 は大きくなる。

【0043】

その後、時刻 T_7 において、1 次コイル 2 1 a に 1 次電流が流れることで蓄積したエネルギーを全て消費し、2 次コイル 2 2 a から供給される放電 2 次電流 I_{2a} が 0 となる。また、時刻 T_8 において、1 次コイル 2 1 b に 1 次電流が流れることで蓄積したエネルギーを全て消費し、2 次コイル 2 2 b から供給される放電 2 次電流 I_{2b} も 0 となり、点火プラグ 1 に供給される放電 2 次電流 I_2 は、0 となって火花放電が終了する。

【0044】

以上のように、実施の形態 1 によれば、1 回の点火工程内で複数の 1 次コイルをそれぞれ駆動する際、最初の 1 次コイルに流れる 1 次電流を遮断するときに、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流が一旦通電停止されるとともに、通電停止期間経過後に、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流が再通電される。

そのため、各点火信号がそれぞれ 1 燃焼サイクル毎に若干の時間差をもって出力される場合であっても、エンジン失火の発生を防止することができる。

また、耐圧の高い高性能なアバランシェダイオードを用いる必要がなく、コストを低減することができる。

【0045】

その結果、この内燃機関の点火制御装置を用いることにより、より長く火花放電を維持させ、可燃混合気の着火性や燃焼性を安定させることで、EGR によって既燃ガスを燃焼室へ大量に導入することを可能とし、ポンピング損失を低減して、燃料消費量を改善することができる。

【0046】

また、制御部は、内燃機関の運転状態に基づいて、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を一旦通電停止させる通電停止期間を設定し、特に、内燃機関の運転状態が、火花放電を発生させるための高電圧が必要とされる高圧力条件である場合には、通電停止期間を基準期間よりも長く設定する。そのため、不必要に放電 2 次電流を供給することなく、点火プラグの摩耗を抑制することができる。

【0047】

また、制御部は、通電停止期間に応じて、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を再通電させる再通電期間を設定する。そのため、実際の火花放電時間が所望の火花放電時間から短くなってしまい、不安定燃焼となってしまうことを防止することができる。

【0048】

実施の形態 2 .

図 4 は、この発明の実施の形態 2 に係る内燃機関の点火制御装置を示す構成図である。図 4 において、点火コイル 2 は、2 次コイル 2 2 a から供給される放電 2 次電流 I_{2a} を検出する 2 次電流検出回路 2 8 0 を備えている。その他の構成は、上記実施の形態 1 で示した図 1 と同様なので、説明を省略する。

【0049】

2 次電流検出回路 2 8 0 は、検出した 2 次電流出力 V_{i2} を ECU 3 に入力し、ECU 3 は、2 次電流出力 V_{i2} の値に基づいて、1 次コイル 2 1 b に流れる 1 次電流を再通電させる。また、2 次電流検出回路 2 8 0 の一端は、2 次コイル 2 2 a に接続され、もう一端は接地される。

【0050】

以下、図 2 を参照しながら、上記構成の内燃機関の点火制御装置の具体的な動作について説明する。上記実施の形態 1 で説明したように、時刻 T_3 において絶縁破壊が発生し、2 次コイル 2 2 a から放電 2 次電流 I_{2a} が点火プラグ 1 に供給される。

【0051】

このとき、ECU 3 は、2 次電流出力 V_{i2} から、放電 2 次電流 I_{2a} が例えば - 50 mA に設定された閾値を下回ったか否かを判定し、下回った場合に、点火信号 I_{G2} を L

10

20

30

40

50

レベルからHレベルとし、1次コイル21bを再通電させる。

【0052】

これにより、絶縁破壊が発生した時刻T3直後に1次コイル21bを再通電させることができるため、2次コイル22bから供給される放電2次電流I2bの供給期間が短くなり、点火プラグ1に供給される放電2次電流I2が大きくなる時刻T3から時刻T4までの期間も短くすることができる。

【0053】

以上のように、実施の形態2によれば、制御部は、最初の1次コイルに流れる1次電流を遮断した後に、2次電流検出回路で検出された電流に基づいて、他の1次コイルに流れる1次電流を再通電させる。そのため、不必要に大きい放電2次電流を供給することなく、点火プラグの摩耗を抑制することができる。

10

【0054】

実施の形態3.

図5は、この発明の実施の形態2に係る内燃機関の点火制御装置を示す構成図である。図5において、点火コイル2は、2次コイル22bにイオン電流検出回路240を備えている。その他の構成は、上記実施の形態1で示した図1と同様なので、説明を省略する。

【0055】

イオン電流検出回路240は、点火プラグ1の第1電極と第2電極との間に数百V程度バイアス電圧を印加して、燃焼室内の可燃混合気が燃焼したときに発生するイオン量に基づき流れるイオン電流と、点火プラグ1の第1電極と第2電極との間の絶縁抵抗値が低下する点火プラグ燐り時に発生するリーク電流とを検出する。なお、点火プラグ燐り時には、点火プラグ1に、図5に破線で示すリーク経路12が形成されている。

20

【0056】

点火コイル2内に設けられたイオン電流検出回路240は、2次コイル22bの低圧側に接続されたバイアス回路、すなわちコンデンサ242と、コンデンサ242とグランドとの間に挿入されたダイオード243と、コンデンサ242に並列接続された電圧制限用のツェナーダイオード244とを含んでいる。

【0057】

コンデンサ242およびツェナーダイオード244は、2次コイル22bの低圧側とグランドとの間に挿入されて、放電2次電流I2bの発生時に、コンデンサ242にバイアス電圧を充電するための充電経路を構成している。このバイアス電圧は、イオン電流検出用の電源として機能し、検出されたイオン電流は、イオン電流整形回路241により通倍処理等が実行される。

30

【0058】

ECU3は、イオン電流整形回路241から出力されたイオン(リーク)電流IONを取得する。また、ECU3は、電流信号を電圧信号に変換し、AD変換器を介して、マイクロコンピュータで処理するための信号に変換する。なお、イオン電流整形回路241の出力は、高周波の信号も含むため、AD変換サンプリングレートは、数~数十μs程度と高速に設定するほうがよい。

【0059】

また、ECU3は、変換された電圧信号を処理し、点火プラグ1に、絶縁抵抗値の低下によるリークが発生しているか否かを判定する。ここで、点火プラグ1にリークが発生した場合、上述した図3の破線のように、2次電圧V2の立ち下がりが、リークが発生していないエネルギー漏洩なし時に比べて遅くなる。

40

【0060】

よって、時刻T2における負の高電圧生成開始から、時刻T3'における絶縁破壊までの時間も長くなる。そのため、この場合には、時刻T2から点火信号IG2を一旦Lレベルとする通電停止期間Tbを、基準期間よりも長く設定する必要がある。

【0061】

以下、図6を参照しながら、上記構成の内燃機関の点火制御装置の具体的な動作につい

50

て説明する。上記実施の形態 1 で説明したように、ECU 3 は、各種センサからの情報に基づいて内燃機関の運転状態を判断し、点火コイル 2 内の 2 つのコイル対を動作させるタイミングを、 $T_1 > T_0$ と若干の時間差を持たせた点火信号 IG 1、IG 2 を出力する。

【0062】

時刻 T_1 において、点火信号 IG 2 が H レベルの状態になると、点火コイル 2 内の 2 つのコイル対のうち、イオン電流検出回路 240 を備えた方の 1 次コイル 21b に 1 次電流が流れることでエネルギーの蓄積を開始する。このとき、1 次電流が時刻 T_1 から流れ始めて漸次増大する。また、この 1 次電流に応じて、2 次コイル 22b に誘導電圧としての 2 次電圧が発生し漸次減少する。

【0063】

なお、点火信号 IG 2 が H レベルになる時刻 T_1 で 2 次コイルに発生する 2 次電圧を、以下「点火信号オン時の誘導電圧」と称する。この点火信号オン時の誘導電圧は、通常、最大 1 [kV] 程度の値である。また、この点火信号オン時の誘導電圧が点火プラグ 1 に印加されているので、点火プラグ 1 にリークが発生しているときは、形成されたリーク経路 12 にリーク電流 IL が流れ、このリーク電流 IL がイオン電流検出回路 240 により検出されることになる。

【0064】

ここで、点火プラグ 1 の絶縁抵抗値は、次式により推定することができる。

点火プラグ 1 の絶縁抵抗値 = 点火信号オン時の誘導電圧 / リーク電流 IL

例えば、点火信号 IG 2 が H レベルになる時刻 T_1 から数百 μs の ON ノイズマスク期間後の点火信号オン時の誘導電圧と、リーク電流 IL の値とから点火プラグ 1 の絶縁抵抗値を算出する。なお、点火信号オン時の誘導電圧は、あらかじめ実験から得られる値である。

【0065】

また、点火信号 IG 2 を一旦 L レベルとする通電停止期間 T_b は、例えば、あらかじめ実験から得られる点火プラグ 1 の絶縁抵抗値と、時刻 T_2 における負の高電圧生成開始から最大絶縁破壊電圧 40 kV に達するまでの時間 T_{vb} との関係から得られる値に余裕度を考慮した数十～数百 μs レベルの値を設定すればよい。

【0066】

以上のように、実施の形態 3 によれば、制御部は、イオン電流検出回路で検出されたイオン電流に基づいて点火プラグのリーク状態を検出し、点火プラグにリークが検出された場合に、通電停止期間を基準期間よりも長く設定する。具体的には、制御部は、点火プラグのリーク状態に基づいて、1 次電流を一旦通電停止させる通電停止期間を設定する。そのため、点火プラグにリークが発生することを考慮して、不必要に大きい放電 2 次電流を供給することなく、点火プラグの摩耗を抑制することができる。

【0067】

また、この発明の実施の形態 3 を、上記実施の形態 1 で述べた内燃機関の運転状態、特に、内燃機関の運転状態が、火花放電を発生させるための高電圧が必要とされる高圧力条件に基づいて、1 次電流を一旦通電停止させる通電停止期間 T_b を設定する方法と組み合わせてもよい。

【0068】

例えば、点火プラグ 1 の絶縁抵抗値と、時刻 T_2 における負の高電圧生成開始から各絶縁破壊電圧 0～40 kV に達するまでの時間 T_{vb} と、運転状態と絶縁破壊電圧との関係とをあらかじめ実験で把握しておけば、一層不必要に大きい放電 2 次電流を投入することなく、点火プラグの摩耗を抑制することができる。

【0069】

また、イオン電流検出回路 240 を設けたので、図 6 の時刻 T_8 以降において、燃焼に伴うイオン電流を検出することができ、EGR により可燃混合気の着火性、燃焼性が悪化したときの失火の検出を行うこともできる。

【0070】

10

20

30

40

50

実施の形態 4 .

図 7 は、この発明の実施の形態 4 に係る内燃機関の点火制御装置を示す構成図である。図 7 において、点火コイル 2 は、2 次コイル 2 2 a から供給される放電 2 次電流 I_{2a} を検出する 2 次電流検出回路 2 8 0 を備え、2 次コイル 2 2 b にイオン電流検出回路 2 4 0 を備えている。すなわち、図 7 は、図 4 と図 5 とを併せた構成を有している。その他の構成は、上記実施の形態 1 で示した図 1 と同様なので、説明を省略する。

【0071】

ECU 3 は、2 次電流検出回路 2 8 0 から出力された 2 次電流出力 V_{i2} とイオン電流検出回路 2 4 0 から出力されたイオン電流 I_{ON} とを取得する。なお、この発明の実施の形態 4 では、2 次電流検出回路 2 8 0 およびイオン電流検出回路 2 4 0 の両方を備える構成としたが、何れか一方のみであってもよい。

10

【0072】

以下、図 8 を参照しながら、上記構成の内燃機関の点火制御装置の具体的な動作について説明する。上記実施の形態 1 で説明したように、時刻 T_3 において絶縁破壊が発生し、2 次コイル 2 2 a から放電 2 次電流 I_{2a} が点火プラグ 1 に供給される。

【0073】

このとき、上記実施の形態 2 で説明したように、ECU 3 は、2 次電流出力 V_{i2} から、放電 2 次電流 I_{2a} が例えば - 50 mA に設定された閾値を下回ったか否かを判定し、下回った場合に、点火信号 I_{G2} を L レベルから H レベルとし、1 次コイル 2 1 b を再通電させる。

20

【0074】

その後、時刻 T_6 において、点火信号 I_{G2} を L レベルとし、2 次コイル 2 2 b から放電 2 次電流 I_{2b} が供給されるようになるが、図中に破線で示す波形のように、この時刻 T_6 以前の時刻 T_c において、一旦火花放電が終了することがある。この要因としては、点火プラグ 1 の摩耗や燃焼室内の流動大による火花放電維持電圧の上昇が考えられる。

【0075】

火花放電維持電圧が上昇すると、その分点火コイル 2 のエネルギーが消費されやすくなるため、火花放電維持期間が短くなる。そのため、一旦火花放電が終了してしまうことになるが、より長い火花放電時間を要求されている運転状態では、燃焼不安定となる恐れがある。

30

【0076】

そこで、ECU 3 は、点火信号 I_{G2} を L レベルとする時刻 T_6 以前に、放電 2 次電流 I_{2a} が例えば 0 mA に設定された閾値以上となったか否かを判定し、放電 2 次電流 I_{2a} が閾値以上である場合に、火花放電維持が途切れたと判定する。

【0077】

または、ECU 3 は、点火信号 I_{G2} を L レベルとする時刻 T_6 以前に、イオン電流 I_{ON} が例えば 10 μ A に設定された閾値以上となったか否かを判定し、イオン電流 I_{ON} が閾値以上である場合に、火花放電維持が途切れたと判定する。

【0078】

また、時刻 T_c において、火花放電が終了すると、点火コイル 2 の 2 次コイル 2 2 b のインダクタンスや 2 次コイル側の浮遊容量、コンデンサ 2 4 2 の LC 共振によるノイズ電流が発生する。この LC 共振によるノイズ電流は、イオン電流検出回路 2 4 0 に流れるため、正方向の電流のみが放電終了ノイズ電流として検出される。

40

【0079】

その後、時刻 T_6 まで燃焼イオン電流が検出される。よって、時刻 T_6 以前にイオン電流 I_{ON} が所定値以上となったかどうかを判定することで、火花放電維持が途切れたかどうかを判定することができる。

【0080】

ECU 3 は、火花放電維持が途切れたと判定したとき、次の自点火行程において、まずは、点火信号 I_{G1} を時刻 T_0 で H レベルにしてから、点火信号 I_{G2} を時刻 T_1 で H レ

50

ベルとするまでの期間 T_d を、上記実施の形態 1 ~ 3 で示した若干の時間差である標準時間差よりも短くする。これにより、時刻 T_6 が時刻 T_c に近づくため、 $T_6 < T_c$ とすれば、火花放電維持の途切れを防ぐことができる。

【0081】

一方、点火信号 IG_2 が H レベルになる時刻 T_1 から、点火信号 IG_2 が L レベルになる時刻 T_2 までの期間は、長くなることになる。よって、1 次コイル 21b に 1 次電流が流れる量および時間が増加するため、点火コイル 2 が前の自点火行程に比べ、発熱しやすくなる。

【0082】

そこで、点火信号 IG_2 を一旦 L レベルとする通電停止期間 T_b を長く設定することが考えられ得る。また、時刻 T_3 において、1 次コイル 21a に流れる 1 次電流と時刻 T_6 において 1 次コイル 21b に流れる 1 次電流とが同じレベルになるように、通電停止期間 T_b を設定してもよい。また、低回転の運転状態等で、点火コイル 2 の発熱限界まで余裕があるときは、点火信号 IG_1 、 IG_2 のオン時間を長く設定してもよい。

【0083】

以上のように、実施の形態 4 によれば、制御部は、2 次電流検出回路およびイオン電流検出回路の少なくとも一方からの出力に基づいて、最初の 1 次コイルに流れる 1 次電流を遮断した後の点火プラグの火花放電維持状態を検出し、火花放電維持の途切れが検出された場合には、次の自点火行程において、最初の 1 次コイルに流れる 1 次電流を通電してから、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を通電するまでの期間を標準時間差よりも短く設定するとともに、通電停止期間を基準期間よりも長く設定する。

そのため、点火プラグの摩耗や燃焼室内の流動大による火花放電維持電圧の上昇が発生した場合であっても、連続して火花放電維持の途切れが発生することを防止することができる。連続して燃焼不安定となることを防止することができる。

【0084】

実施の形態 5 .

上記実施の形態 1 ~ 4 では、図 2 に示したように、点火コイル 2 内の 2 つのコイル対を動作させるタイミングを、 $T_1 > T_0$ と若干の時間差を持たせることで、より長く火花放電を維持させた。

【0085】

ここで、さらに、図 9 に示されるように、点火信号 IG_2 が L レベルになる時刻 T_6 において、再度点火信号 IG_1 を H レベルとし、時刻 T_7 で再度点火信号 IG_2 を H レベルとする交互点火動作をさせて、より長く火花放電を維持させてもよい。

【0086】

以上のように、実施の形態 5 によれば、可燃混合気の着火性を安定させるとともに、より安定した火炎核を形成できるようになり、燃焼性をより安定させることができる。

【0087】

なお、この発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

【符号の説明】

【0088】

1 点火プラグ、2 点火コイル、3 ECU (制御部)、12 リーク経路、21a、21b 1 次コイル、22a、22b 2 次コイル、240 イオン電流検出回路、241 イオン電流整形回路、242 コンデンサ、243 ダイオード、244 ツェナーダイオード、250a、250b パワートランジスタ、270a、270b アバランシェダイオード、280 2 次電流検出回路、301 クランク角センサ、302 吸気圧センサ、303 水温センサ。

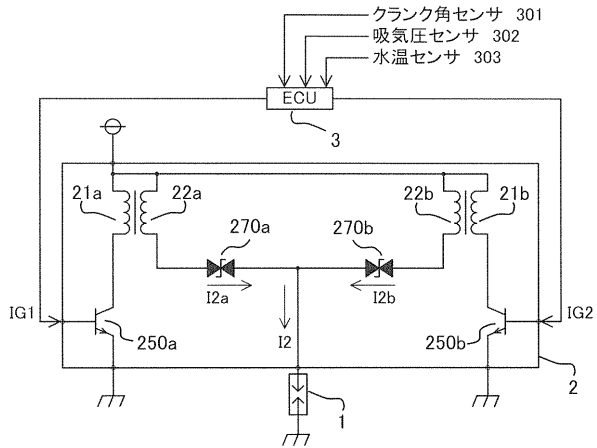
10

20

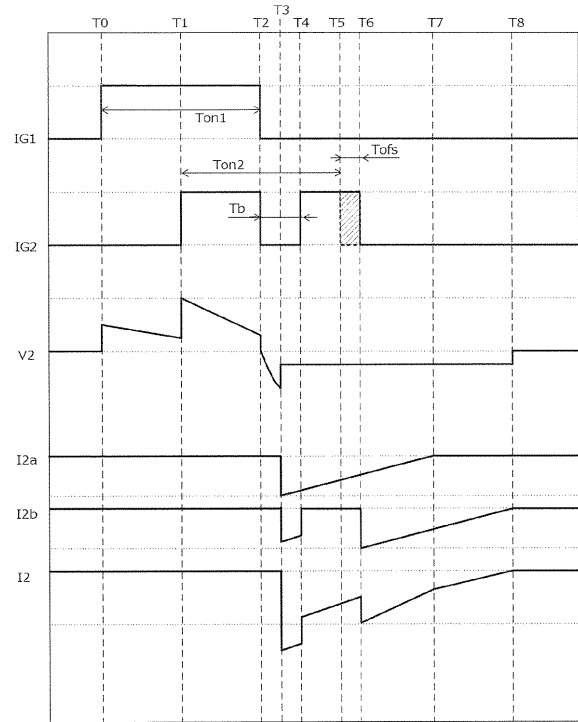
30

40

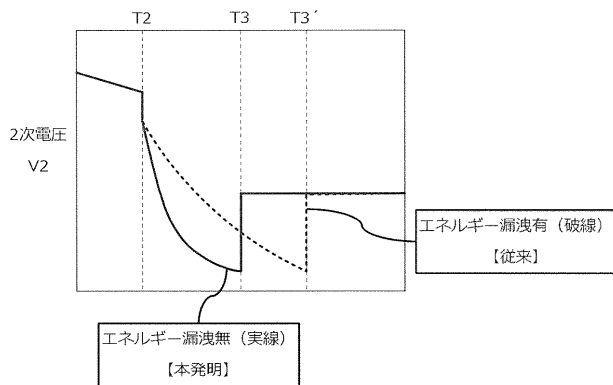
【図 1】



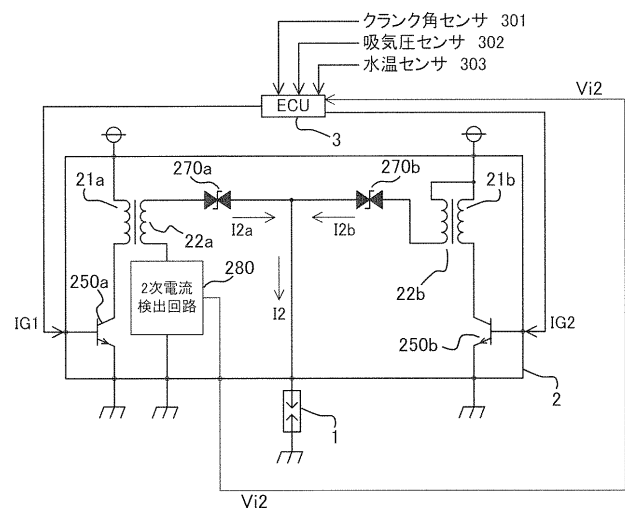
【図 2】



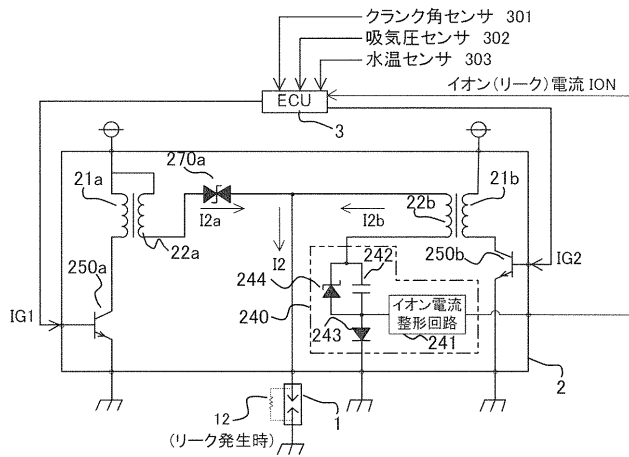
【図 3】



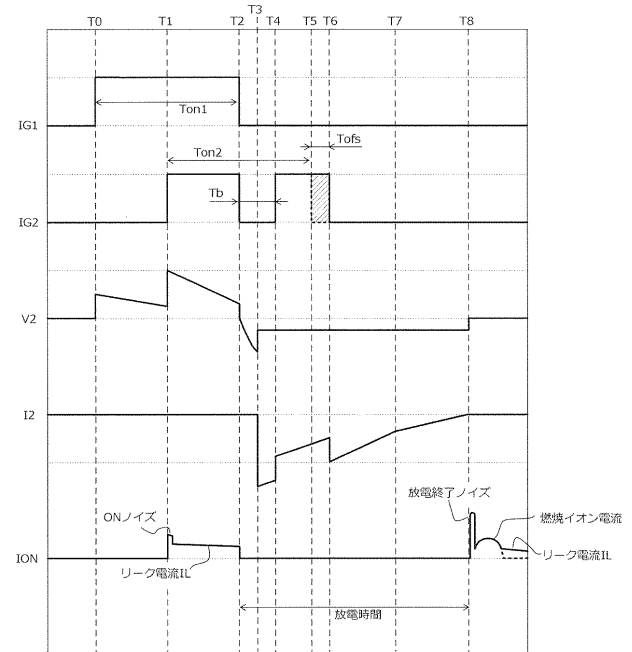
【図 4】



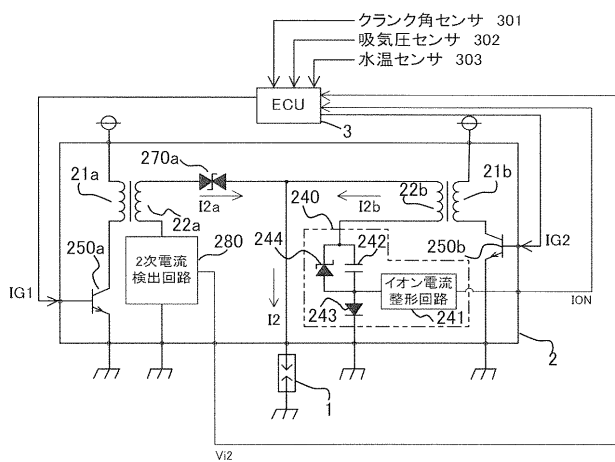
【 図 5 】



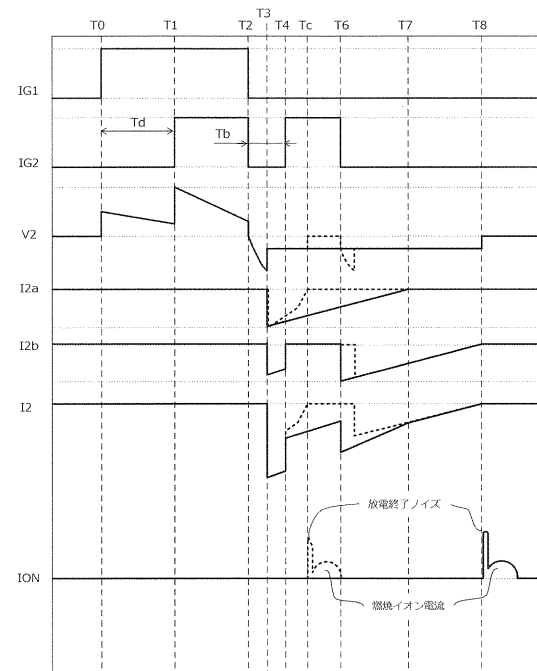
【 図 6 】



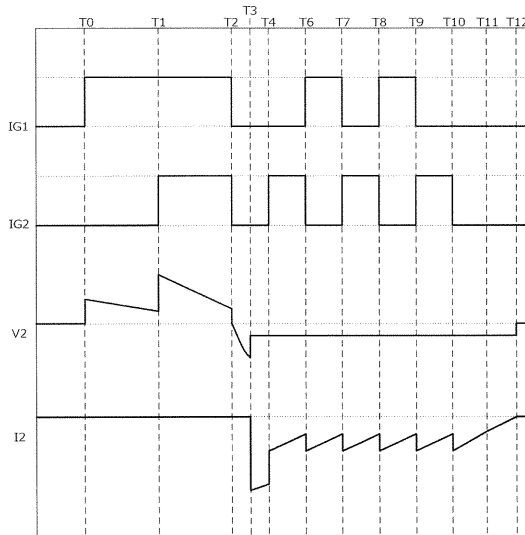
【圖 7】



【 図 8 】



【図 9】



【手続補正書】

【提出日】平成29年5月10日(2017.5.10)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

この発明に係る内燃機関の点火制御装置は、間隙を介して対向する第1電極および第2電極を有し、内燃機関の燃焼室内の可燃混合気点火するための火花放電を間隙に発生する点火プラグと、1次コイルおよび2次コイルの組を複数有し、1次コイルに流れる1次電流を通电または遮断することにより、2次コイルに高電圧を発生して、発生した高電圧を第1電極に印加する点火コイルと、1回の点火工程内で複数の1次コイルをそれぞれ駆動する際、最初の1次コイルに流れる1次電流を遮断するときに、他の1次コイルに流れる1次電流を一旦通电停止させるとともに、通电停止期間経過後に、当該他の1次コイルに流れる1次電流を再通电させる制御部と、を備えたものである。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

また、この発明に係る内燃機関の点火制御方法は、間隙を介して対向する第1電極および第2電極を有し、内燃機関の燃焼室内の可燃混合気点火するための火花放電を間隙に発生する点火プラグと、1次コイルおよび2次コイルの組を複数有し、1次コイルに流れ

る 1 次電流を通电または遮断することにより、2 次コイルに高電圧を発生して、発生した高電圧を第 1 電極に印加する点火コイルと、を備えた内燃機関で実現される点火制御方法であって、1 回の点火工程内で複数の 1 次コイルをそれぞれ駆動する際、最初の 1 次コイルに流れる 1 次電流を遮断するときに、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を一旦通电停止させるステップと、通电停止期間経過後に、当該他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を再通电させるステップと、を有するものである。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

間隙を介して対向する第 1 電極および第 2 電極を有し、内燃機関の燃焼室内の可燃混合気に点火するための火花放電を前記間隙に発生する点火プラグと、

1 次コイルおよび 2 次コイルの組を複数有し、前記 1 次コイルに流れる 1 次電流を通电または遮断することにより、前記 2 次コイルに高電圧を発生して、発生した高電圧を前記第 1 電極に印加する点火コイルと、

1 回の点火工程内で複数の前記 1 次コイルをそれぞれ駆動する際、最初の 1 次コイルに流れる 1 次電流を遮断するときに、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を一旦通电停止させるとともに、通电停止期間経過後に、当該他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を再通电させる制御部と、

を備えた内燃機関の点火制御装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記内燃機関の運転状態に基づいて、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を一旦通电停止させる前記通电停止期間を設定する

請求項 1 に記載の内燃機関の点火制御装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記内燃機関の運転状態が、前記火花放電を発生させるための高電圧が必要とされる高圧力条件である場合には、前記通电停止期間を基準期間よりも長く設定する

請求項 2 に記載の内燃機関の点火制御装置。

【請求項 4】

前記点火コイルは、最初の 1 次電流が遮断される 1 次コイルと結合した 2 次コイルに流れる電流を検出する 2 次電流検出回路を備え、

前記制御部は、最初の 1 次コイルに流れる 1 次電流を遮断した後に、前記 2 次電流検出回路で検出された電流に基づいて、他の 1 次コイルに流れる 1 次電流を再通电させる

請求項 1 に記載の内燃機関の点火制御装置。

【請求項 5】

前記点火コイルは、前記火花放電により前記燃焼室内の可燃混合気が燃焼したときに、前記燃焼室内に発生するイオン量に応じて流れるイオン電流を検出するイオン電流検出回路を備え、

前記制御部は、前記イオン電流検出回路で検出されたイオン電流に基づいて前記点火プラグのリーク状態を検出し、前記点火プラグにリークが検出された場合に、前記通电停止期間を基準期間よりも長く設定する

請求項 1 から請求項 4 までの何れか 1 項に記載の内燃機関の点火制御装置。

【請求項 6】

前記点火コイルは、最初の 1 次電流が遮断される 1 次コイルと結合した 2 次コイルに流れる電流を検出する 2 次電流検出回路、および前記火花放電により前記燃焼室内の可燃混合気が燃焼したときに、前記燃焼室内に発生するイオン量に応じて流れるイオン電流を検

出するイオン電流検出回路の少なくとも一方を備え、

前記制御部は、前記２次電流検出回路および前記イオン電流検出回路の少なくとも一方からの出力に基づいて、最初の１次コイルに流れる１次電流を遮断した後の前記点火プラグの火花放電維持状態を検出し、火花放電維持の途切れが検出された場合には、次の自点火行程において、最初の１次コイルに流れる１次電流を通電してから、他の１次コイルに流れる１次電流を通電するまでの期間を標準時間差よりも短く設定するとともに、前記通電停止期間を基準期間よりも長く設定する

請求項１に記載の内燃機関の点火制御装置。

【請求項７】

前記制御部は、前記通電停止期間に応じて、他の１次コイルに流れる１次電流を再通電させる再通電期間を設定する

請求項１から請求項６までの何れか１項に記載の内燃機関の点火制御装置。

【請求項８】

間隙を介して対向する第１電極および第２電極を有し、内燃機関の燃焼室内の可燃混合気に点火するための火花放電を前記間隙に発生する点火プラグと、

１次コイルおよび２次コイルの組を複数有し、前記１次コイルに流れる１次電流を通電または遮断することにより、前記２次コイルに高電圧を発生して、発生した高電圧を前記第１電極に印加する点火コイルと、

を備えた内燃機関で実現される点火制御方法であって、

１回の点火工程内で複数の前記１次コイルをそれぞれ駆動する際、

最初の１次コイルに流れる１次電流を遮断するときに、他の１次コイルに流れる１次電流を一旦通電停止させるステップと、

通電停止期間経過後に、当該他の１次コイルに流れる１次電流を再通電させるステップと、

を有する内燃機関の点火制御方法。

フロントページの続き

(74)代理人 100188329

弁理士 田村 義行

(72)発明者 稲田 貴彦

東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 柄本 孝浩

東京都千代田区九段北一丁目 1 3 番 5 号 三菱電機エンジニアリング株式会社内

F ターム(参考) 3G019 AA09 AB08 BA01 BB03 DB18 EA13