

(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2017-48701

(P2017-48701A)

(43) 公開日 平成29年3月9日(2017.3.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F O 2 P 3/01 (2006.01)	F O 2 P 3/01 A	2 G 0 8 4
H O 5 H 1/24 (2006.01)	H O 5 H 1/24	3 G 0 1 9
F O 2 P 23/04 (2006.01)	F O 2 P 23/04 B	
F O 2 P 3/00 (2006.01)	F O 2 P 3/00 F	
H O 1 T 15/00 (2006.01)	F O 2 P 3/01 B	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2015-171140 (P2015-171140)	(71) 出願人	000004695
(22) 出願日	平成27年8月31日 (2015.8.31)		株式会社日本自動車部品総合研究所
		(71) 出願人	000004260
			株式会社デンソー
		(71) 出願人	504137912
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
		(71) 出願人	504137912
			国立大学法人 東京大学
			東京都文京区本郷七丁目3番1号
		(74) 代理人	100080045
			弁理士 石黒 健二
		(74) 代理人	100124752
			弁理士 長谷 真司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 点火装置

(57) 【要約】

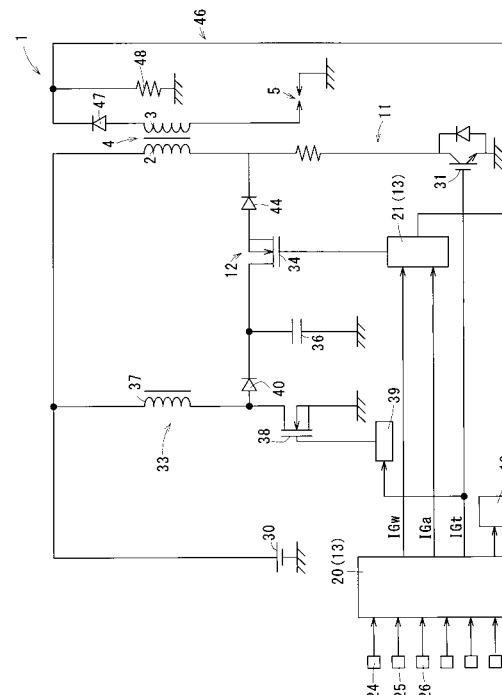
【課題】混合気にプラズマ放電を発生させるプラズマ装置を備える点火装置において、点火プラグの電極の消耗を抑制する。

【解決手段】点火装置1は、プラズマ装置10、第1回路11、第2回路12、制御部13を備える。

プラズマ装置10は、アーク放電を発生させる前に、混合気にプラズマ放電を発生させる。第1回路11は、点火プラグ5にアーク放電を開始させる。第2回路12は、アーク放電中に、第1回路11による通電方向とは逆の方向に1次コイル2に通電することで、2次コイル3の通電を第1回路11の動作で開始したのと同方向に維持してアーク放電を継続させる。制御部13は、第1回路11、第2回路12、プラズマ装置10の動作を制御する。

これにより、混合気にプラズマ放電を発生させるときには、混合気にプラズマ放電を発生させないときに比べ点火プラグ5へのエネルギー投入期間を短く、エネルギー投入量を減らすことができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

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

前記点火プラグとは別の電極 (1 6 、 1 7) からなり、アーク放電を発生させる前に、前記混合気にプラズマ放電を発生させるプラズマ装置 (1 0) と、

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

この第 1 回路の動作によって開始したアーク放電中に、前記第 1 回路による通電方向とは逆の方向に前記 1 次コイルに通電することで、前記 2 次コイルの通電を前記第 1 回路の動作で開始したのと同方向に維持して前記点火プラグの電極間にエネルギーを投入し続け、アーク放電を継続させる第 2 回路 (1 2) と、

前記第 1 回路、前記第 2 回路、および、前記プラズマ装置の動作を制御する制御部 (1 3) とを備えることを特徴とする点火装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の点火装置において、

前記制御部は、

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

前記第 1 モードでは、前記第 1 、第 2 回路によるエネルギー投入期間が前記第 2 モードより短く、前記第 1 、第 2 回路によるエネルギー投入量が前記第 2 モードより低いことを特徴する点火装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の点火装置において、

前記制御部は、前記第 1 モードにおいて、前記プラズマ装置の電極間の電圧印加周波数を前記エネルギー投入期間および前記エネルギー投入量に応じて変更することを特徴とする点火装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 の内のいずれか一つに記載の点火装置において、

前記混合気の流れに関して、前記プラズマ装置の電極よりも上流側で燃料が噴射されることを特徴とする点火装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内燃機関用の点火装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から、１次コイルおよび２次コイルを有する点火コイルと、２次コイルに接続する点火プラグとを備え、１次コイルへの通電のオンオフに伴う電磁誘導により点火プラグの電極間にエネルギーを投入して混合気にアーク放電を発生させる内燃機関用の点火装置が周知である。

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

【０００３】

ところで、近年、内燃機関においては、燃費向上等の目的でリーン状態の混合気の燃焼が検討されている。しかし、リーン状態の混合気においては、燃焼を確実なものとするため点火プラグの電極へのエネルギー投入量を増やす必要があり、プラグの電極が消耗しやすくなる。

【０００４】

特許文献１、２の構成では、ラジカルを含ませることによる着火性の向上が見込めるものの、プラズマ放電によって生成されるラジカルの種類や量は物理状態（温度、圧力等）によって変化するため、リーン状態の混合気においても着火性の向上が必ずしも見込めるわけではない。このため、リーン状態の混合気において、点火プラグの電極への印加電圧を高めて対応する必要があるため、プラズマ装置を備える点火装置についてもプラグの電極消耗に何らかの対策を講じる必要がある。なお、特許文献２の構成では、点火プラグがプラズマ装置も兼ねているため、電極の消耗はより顕著な構成となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開２０１３－１４８０９８号公報

【特許文献２】特開２０１２－１４０９７０号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、混合気にプラズマ放電を発生させるプラズマ装置を備える点火装置において、点火プラグの電極の消耗を抑制することにある。

【０００７】

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

【０００８】

ここで、点火装置は、以下に説明するプラズマ装置、第１回路、第２回路、および、制御部を備える。

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

【０００９】

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

第２回路は、第１回路の動作によって開始したアーク放電中に、第１回路による通電方向とは逆の方向に１次コイルに通電することで、２次コイルの通電を第１回路の動作で開始したのと同方向に維持して点火プラグの電極間にエネルギーを投入し続け、アーク放電を継続させる。

制御部は、第１回路、第２回路、および、プラズマ装置の動作を制御する。

【００１０】

このため、第 1 回路、第 2 回路を有することにより、点火プラグの電極間へのエネルギー投入期間、単位時間当たりのエネルギー投入量等を調節できるため、エネルギー投入量を抑制しつつ、一旦、発生したアーク放電を継続させることができる。これにより、点火プラグの電極の消耗を抑制することができる。

【 0 0 1 1 】

さらに、本発明者らは、第 1、第 2 回路を備える点火装置にプラズマ装置を組み合わせ、鋭意検討したところ、以下のような知見を得て、プラグの電極消耗抑制に関し、単なる組み合わせ以上の相乗効果が得られることを見出した。

すなわち、点火プラグへのエネルギー投入量を一定として、混合気にプラズマ放電を発生させると、エネルギー投入期間を短くすればするほど発生熱量が増加することが分かった（図 5 参照。）。 10

【 0 0 1 2 】

これにより、混合気にプラズマ放電を発生させるときには、混合気にプラズマ放電を発生させないときに比べ点火プラグへのエネルギー投入期間を短く、エネルギー投入量を減らすことができる。このため、プラズマ装置を備える点火装置では、さらに点火プラグの電極の消耗を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】点火装置の構成図である（実施例）。

【図 2】点火装置および内燃機関を含む全体構成図である（実施例）。 20

【図 3】点火装置の動作を示すタイムチャートである（実施例）。

【図 4】エネルギー投入量一定の説明図である（実施例）。

【図 5】エネルギー投入期間と発生熱量の相関図である（実施例）。

【図 6】点火装置および内燃機関を含む全体構成図である（変形例）。

【図 7】点火装置および内燃機関を含む全体構成図である（変形例）。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下において、発明を実施するための形態を、実施例を用いて説明する。なお、実施例は具体的な一例を開示するものであり、本発明が実施例に限定されないことは言うまでもない。 30

【実施例】

【 0 0 1 5 】

〔実施例の構成〕

図 1～図 2 を参照して実施例の点火装置 1 を説明する。

点火装置 1 は、1 次コイル 2 および 2 次コイル 3 を有する点火コイル 4 と、2 次コイル 3 に接続する点火プラグ 5 とを備え、1 次コイル 2 への通電のオンオフに伴う電磁誘導により点火プラグ 5 にエネルギーを投入して混合気にアーク放電を発生させる。

ここで、点火装置 1 は、車両走行用の内燃機関 6 に搭載されるものであり、所定の点火時期に燃焼室 7 内の混合気に点火する。

【 0 0 1 6 】 40

なお、点火プラグ 5 は、周知構造を有するものであり、2 次コイル 3 の一端に接続される中心電極 8 と、内燃機関 6 のシリンダヘッド等を介してアース接地される接地電極 9 とを備え、2 次コイル 3 に生じるエネルギーにより中心電極 8 と接地電極 9 との間でアーク放電を生じさせる（以下、中心電極 8、接地電極 9 を特に区別する必要がないとき、単に電極 8、9 と呼ぶことがある。）。

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

以下、点火装置 1 について詳述する。

【 0 0 1 7 】 50

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

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

【0018】

ここで、放電部 14 は、中心電極 16 と、内燃機関 6 のシリンダヘッド等を介してアース接地される接地電極 17 とを備え、中心電極 16 と接地電極 17 との間に高電圧高周波発生部 15 からの電圧を印加することで混合気にプラズマ放電を発生させる。そして、放電部 14 は、中心電極 16 と接地電極 17 とが、燃焼室 7 に臨むように配される。そして、高電圧高周波発生部 15 は、制御部 13 の指令に応じた交流電圧を中心電極 16 と接地電極 17 との間に印加している（以下、中心電極 16、接地電極 17 を特に区別する必要がないとき、単に電極 16、17 と呼ぶことがある。）。

【0019】

ここで、燃料を噴射する燃料噴射弁 18 は、燃焼室 7 内に吸気を導く吸気路 19 に設けられている。なお、吸気路 19 は、混合気の流れに関して、放電部 14 よりも上流側にある。

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

【0020】

第 1 回路 11 は、1 次コイル 2 への通電をオンオフすることで、点火プラグ 5 にアーク放電を開始させる。また、第 2 回路 12 は、第 1 回路 11 の動作によって開始したアーク放電中に第 1 回路 11 による通電方向とは逆の方向に 1 次コイル 2 に通電することで、2 次コイル 3 の通電を第 1 回路 11 の動作で開始したのと同方向に維持して点火プラグ 5 にエネルギーを投入し続け、アーク放電を継続させる。

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

【0021】

ここで、ECU 20 は、内燃機関 6 に対する制御の中枢を成すものであり、後述する点火信号 I G t および放電継続信号 I G w 等の各種信号を出力して 1 次コイル 2 への通電を制御し、1 次コイル 2 への通電を制御することで 2 次コイル 3 に誘導される電気エネルギーを操作して、点火プラグ 5 のアーク放電を制御する。また、ECU 20 は、高電圧高周波発生部 15 に制御信号を出力することで、放電部 14 によるプラズマ放電を制御する。

【0022】

なお、ECU 20 は、車両に搭載されて内燃機関 6 の運転状態や制御状態を示すパラメータを検出する各種センサから信号が入力される。また、ECU 20 は、入力された信号を処理する入力回路、入力された信号に基づき、内燃機関 6 の制御に関する制御処理や演算処理を行う CPU、内燃機関 6 の制御に必要なデータやプログラム等を記憶して保持する各種のメモリ、CPU の処理結果に基づき、内燃機関 6 の制御に必要な信号を出力する出力回路等を備えて構成される。

【0023】

なお、ECU 20 に信号を出力する各種センサとは、例えば、内燃機関 6 の回転数を検出する回転数センサ 24、内燃機関 6 に吸入される吸入空気の圧力を検出する吸気圧センサ 25、および、混合気の空燃比を検出する空燃比センサ 26 等である。

そして ECU 20 は、これらセンサから得られるパラメータの検出値に基づき、点火装置 1 による点火制御、プラズマ放電制御、燃料噴射弁 18 による燃料噴射制御等を実行する。

【0024】

第 1 回路 11 は、バッテリー 30 のプラス極と 1 次コイル 2 の一方の端子とを接続すると

10

20

30

40

50

ともに、１次コイル２の他方の端子をアースに接続し、１次コイル２の他方の端子のアース側（低電位側）に、放電開始用のスイッチ（以下、第１スイッチ３１と呼ぶ。）を配置することで構成されている。

【００２５】

第１回路１１は、第１スイッチ３１のオンオフにより、１次コイル２にエネルギーを蓄えさせるとともに、１次コイル２に蓄えたエネルギーを利用して２次コイル３に高電圧を発生させ、点火プラグ５にアーク放電を開始させる。

以下、第１回路１１の動作により発生したアーク放電を主点火と呼ぶことがある。また、１次コイル２の通電方向（つまり１次電流の方向）は、バッテリー３０から第１スイッチ３１に向かう方向をプラスとする。

10

【００２６】

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

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

【００２７】

20

第２回路１２は、第１回路１１に対し１次コイル２と第１スイッチ３１との間に接続するとともに、昇圧回路３３から１次コイル２への電力供給をオンオフするスイッチ（以下、第２スイッチ３４と呼ぶ。）を配置することで構成されている。

ここで、昇圧回路３３は、ＥＣＵ２０から点火信号ＩＧｔが与えられる期間においてバッテリー３０の電圧を昇圧してコンデンサ３６に蓄えるものである。

【００２８】

より具体的に、昇圧回路３３は、コンデンサ３６、チョークコイル３７、昇圧スイッチ３８、昇圧ドライバ３９、ダイオード４０を備えている。

チョークコイル３７は一端がバッテリー３０のプラス極に接続され、昇圧スイッチ３８によりチョークコイル３７の通電状態が断続される。また、昇圧ドライバ３９は、昇圧スイッチ３８に制御信号を与えて昇圧スイッチ３８をオンオフさせるものである。ここで、昇圧スイッチ３８は、例えば、ＭＯＳ型トランジスタである。そして、コンデンサ３６は、昇圧スイッチ３８のオンオフ動作により、チョークコイル３７に発生した磁気的なエネルギーを、電気的なエネルギーとして蓄える。

30

【００２９】

なお、昇圧ドライバ３９は、ＥＣＵ２０から点火信号ＩＧｔが与えられる期間において昇圧スイッチ３８を所定周期で繰り返しオンオフするように設けられている。また、ダイオード４０は、コンデンサ３６に蓄えたエネルギーがチョークコイル３７の側へ逆流するのを防ぐものである。

【００３０】

40

第２回路１２は、第２スイッチ３４およびダイオード４４を備える。

第２スイッチ３４は、例えば、ＭＯＳ型トランジスタであり、コンデンサ３６に蓄えるエネルギーを１次コイル２のマイナス側から投入するのをオンオフするものである。

ダイオード４４は、１次コイル２から第２スイッチ３４側への電流の逆流を阻止するものである。

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

【００３１】

投入ドライバ２１は、放電継続信号ＩＧｗが与えられる期間において、第２スイッチ３４をオンオフさせてコンデンサ３６から１次コイル２に投入するエネルギーを制御するこ

50

とで、２次コイル３の通電量である２次電流を制御する。

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

【 0 0 3 2 】

以上により、第２回路１２は、第１回路１１の動作によって開始したアーク放電中に、第１回路１１による通電方向とは逆の方向に１次コイル２に通電することで、２次電流を第１回路１１の動作で開始したのと同方向に維持して点火プラグ５にエネルギーを投入し続け、アーク放電を継続させる。

以下、第２回路１２の動作により主点火に継続するアーク放電を継続火花放電と呼ぶことがある。

【 0 0 3 3 】

また、投入ドライバ２１は、ＥＣＵ２０から２次電流の指令値を示す信号である電流指令信号 I G a が与えられ、電流指令信号 I G a に基づき２次電流を制御する。

ここで、２次コイル３の一端は先述したように点火プラグ５の中心電極８に接続し、２次コイル３の他端は、２次コイル３に発生する電圧である２次電圧、および、２次電流を検出して制御部１３にフィードバックするＦ／Ｂ回路４６に接続している。

なお、２次コイル３の他端は、２次電流の方向を一方向に限定するダイオード４７を介してＦ／Ｂ回路４６に接続している。また、Ｆ／Ｂ回路４６には、２次電流を検出するためのシャント抵抗４８が接続している。

【 0 0 3 4 】

そして、投入ドライバ２１は、フィードバックされた２次電流の検出値と、電流指令信号 I G a に基づき把握される２次電流の指令値とに基づき、第２スイッチ３４のオンオフを制御する。すなわち、投入ドライバ２１は、例えば、２次電流の検出値に対する上限下限の閾値を指令値に基づき設定し、検出値と上限、下限の閾値との比較結果に応じて制御信号の出力を開始したり、停止したりする。

より具体的には、投入ドライバ２１は、２次電流の検出値が上限より大きくなったら制御信号の出力を停止し、２次電流の検出値が下限よりも小さくなったら制御信号の出力を開始する。

【 0 0 3 5 】

なお、第１、第２回路１１、１２、Ｆ／Ｂ回路４６および投入ドライバ２１は回路ユニット４９として１つにまとめられている。そして、点火プラグ５、点火コイル４、および、回路ユニット４９は各気筒それぞれに設置されている。同様に、プラズマ装置１０も各気筒それぞれに設置されている。

【 0 0 3 6 】

次に、図３を参照して点火装置１の動作を説明する。

ここで、制御部１３は、第１、第２回路１１、１２に対する制御モードとして、プラズマ装置１０を動作させるときに使用する第１モードと、プラズマ装置１０を動作させないときに使用する第２モードとを有している。以下においては第１モード使用時の例を示す。

【 0 0 3 7 】

図３において、「 I n j 」は、燃料噴射弁１８の噴孔の開閉を表すものであり、「 P l a 」は、プラズマ装置１０の動作状態、停止状態をオンオフで表したものである。また、「 I G t 」は点火信号 I G t の入力状態をハイ／ローで表すものであり、「 I G w 」は放電継続信号 I G w の入力状態をハイ／ローで表すものである。また、「 1 s t S W 」は第１スイッチ３１のオンオフ状態を表し、「 2 n d S W 」は第２スイッチ３４のオンオフ状態を表し、「 B s t S W 」は昇圧スイッチ３８のオンオフ状態を表すものである。また、「 V C 」はコンデンサ３６の充電圧を表している。また、「 I １ 」は１次電流（１次コイル２に流れる電流値）を表し、「 I ２ 」は２次電流（２次コイル３に流れる電流値）を表している。

【 0 0 3 8 】

先ず、ECU 20からの制御信号により、燃料噴射弁18の噴孔が開くことで(時間t01参照。)、噴孔が閉じるまで(時間t03参照。)の期間、噴孔から燃料が噴射供給され続ける。

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

【0039】

なお、噴孔開からプラズマ装置10の動作開始までの期間(時間t01～時間t02参照。)、および、噴孔閉からプラズマ装置10の動作停止までの期間(時間t03～時間t04参照。)は、例えば、燃料噴射弁18と放電部14との離間距離等に基づいて設定されている。

さらに、噴孔開から点火信号IGtがローからハイへ切り替わるまでの期間(時間t01～時間t05参照。)は、例えば、燃料噴射弁18と点火プラグ5との位置関係、混合気に生じる旋回流等に基づいて設定されている。

【0040】

次に、点火信号IGtがローからハイへ切り替わると(時間t05参照。)、点火信号IGtがハイの期間において、第1スイッチ31がオン状態を維持してプラスの1次電流が流れ、1次コイル2にエネルギーが蓄えられる。また、コンデンサ36の充電圧が所定値を下回る場合、昇圧スイッチ38がオンオフを繰り返し、昇圧されたエネルギーがコンデンサ36に蓄えられる。

【0041】

やがて、点火信号IGtがハイからローへ切り替わると(時間t06参照。)、第1スイッチ31がオフされ、1次コイル2の通電が遮断される。これにより、電磁誘導によって2次コイル3に高電圧が発生し、点火プラグ5において主点火が発生する。

点火プラグ5において主点火が発生した後、2次電流は略三角波形状で減衰する(I2点線参照。)。そして、2次電流が下限の閾値に到達する前に、放電継続信号IGwがローからハイへ切り替わる(時間t07参照。)。

【0042】

放電継続信号IGwがローからハイへ切り替わると、第2スイッチ34がオンオフ制御されて、コンデンサ36に蓄えられていたエネルギーが、1次コイル2のマイナス側に順次投入され、1次電流は、1次コイル2からバッテリー30のプラス極に向かって流れる。

より、具体的には、第2スイッチ34がオンされる毎に1次コイル2からバッテリー30のプラス極に向かう1次電流が追加され、1次電流がマイナス側に増加していく(時間t07～t08参照。)。

【0043】

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

以上により、第2スイッチ34をオンオフ制御することで、2次電流がアーク放電を維持可能な程度に継続して流れる。その結果、放電継続信号IGwのオン状態が続くと、継続火花放電が点火プラグ5において維持される。

【0044】

[実施例の特徴]

ここで、本発明者らは、この点火装置1を用いて鋭意研究検討を重ねた結果、以下のようない知見を得た。

すなわち、混合気にプラズマ放電を発生させ、第1、第2回路11、12によるエネルギー投入量を一定とした条件下において、エネルギー投入期間と点火による発生熱量との関係を調べたところエネルギー投入期間が短いほど発生熱量が増加することを見出した(図5参照。)。

【0045】

10

20

30

40

50

ここで、第 1、第 2 回路 11、12 によるエネルギー投入は、図 4 (a)、(b)、(c) に示すように矩形状に行われている。なお、図 4 (a)、(b)、(c) において、縦軸は単位時間当たりのエネルギー投入量 (以下、投入速度 E_t と呼ぶ。)、横軸は時間 t を表しており、図 4 (a)、(b)、(c) のハッチング部分の面積がエネルギー投入量である。また、図 4 (a)、(b)、(c) のエネルギー投入量は等しい。つまり、エネルギー投入量は一定値 E_c となっている。

【0046】

すなわち、エネルギー投入量一定の条件下においては、エネルギー投入期間 I_t が短い場合には、投入速度 E_t が大きくなっており (図 4 (a) 参照。)、エネルギー投入期間 I_t が長くなると、投入速度 E_t が小さくなる (図 4 (b) 参照。)。さらに、エネルギー投入期間 I_t が長くなると、投入速度 E_t はさらに小さくなる (図 4 (c) 参照。)

10

【0047】

図 5 は、このようにエネルギー投入量を一定値 E_c とした条件下における、エネルギー投入期間 I_t と点火による発生熱量 Q との関係を表したものである。なお、縦軸は、発生熱量 Q を表し、横軸はエネルギー投入期間 I_t を表している。

ここで、図中丸印は、プラズマ装置 10 の動作時に得られる発生熱量 Q である。また、図中三角印は、比較として示したもので、プラズマ装置 10 の非動作時に得られる発生熱量 Q である。

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

20

【0048】

図 5 によると、エネルギー投入量を一定値 E_c とした場合、プラズマ装置 10 の動作時の方が、プラズマ装置 10 の非動作時より、発生熱量 Q が大きくなっている。そして、プラズマ装置 10 の動作時と非動作時との発生熱量 Q の差は、エネルギー投入期間を C B A の順に短くするほど大きくなっている。

具体的には、プラズマ装置 10 の非動作時は、エネルギー投入期間 I_t の長さに関わらず発生熱量 Q はほとんど変化しない。一方、プラズマ装置 10 の動作時はエネルギー投入期間 I_t を C B A の順に短くするほど発生熱量 Q は大きくなっている。これにより、発生熱量 Q の差はエネルギー投入期間 I_t を短くするほど大きくなっている。

30

【0049】

このため、プラズマ装置 10 の動作時は、プラズマ装置 10 の非動作時に比べエネルギー投入期間 I_t を短く、エネルギー投入量を減らすことができる。

これにより、第 1 モード (プラズマ装置 10 の動作時に使用するモード) では、第 1、第 2 回路 11、12 によるエネルギー投入期間が第 2 モード (プラズマ装置 10 非動作時に使用するモード) より短く、第 1、第 2 回路 11、12 によるエネルギー投入量が第 2 モードより低くなるようにできる。

【0050】

[制御方法]

実施例の制御方法について説明する。

まず、制御部 13 は、プラズマ装置 10 を動作させるか否かを判定する。

40

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

なお、制御部 13 によるプラズマ装置 10 を動作させるか否かの判定は、プラズマ装置 10 の故障の有無や、プラズマ装置 10 を使う必要性の有無に基づいて行われる。

【0051】

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

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

【0052】

50

〔実施例の効果〕

実施例の点火装置 1 によれば、プラズマ装置 10 の動作時には、プラズマ装置 10 の非動作時に比べ点火プラグ 5 へのエネルギー投入期間を短く、エネルギー投入量を減らすことができる。このため、プラズマ装置 10 を備える点火装置 1 では、点火プラグ 5 の電極 8、9 の消耗を抑制することができる。

【0053】

実施例の点火装置 1 によれば、制御部 13 は、プラズマ装置 10 の電極 16、17 間の電圧印加周波数を、エネルギー投入期間およびエネルギー投入量に応じて変更する。

これにより、例えば、エネルギー投入量を減らしても電圧印加周波数を増やすことで発生熱量 Q を維持することができる。このため、点火プラグ 5 の電極の消耗をさらに抑制することができる。

10

【0054】

実施例の点火装置 1 によれば、混合気の流れに関して、プラズマ装置 10 の電極 16、17 よりも上流側で燃料が噴射される。

これにより、燃料にプラズマ放電を発生させることで、水素ラジカルや炭化水素ラジカルを生成することができる。このため、より発生熱量 Q を高めることができる水素ラジカルや炭化水素ラジカルを利用することができる。

【0055】

〔変形例〕

本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形例を考えることができる。

20

実施例によれば、プラズマ装置 10 は、電極 16、17 が燃焼室 7 に臨むように設けられていたが、図 6 に示すように、電極 16、17 を吸気路 19 に臨むようにプラズマ装置 10 を配してもよい。

また、実施例においては、燃料噴射弁 18 は、吸気路 19 に設けられていたが、図 7 に示すように、噴孔が燃焼室 7 に臨むように燃料噴射弁 18 を設けてもよい。

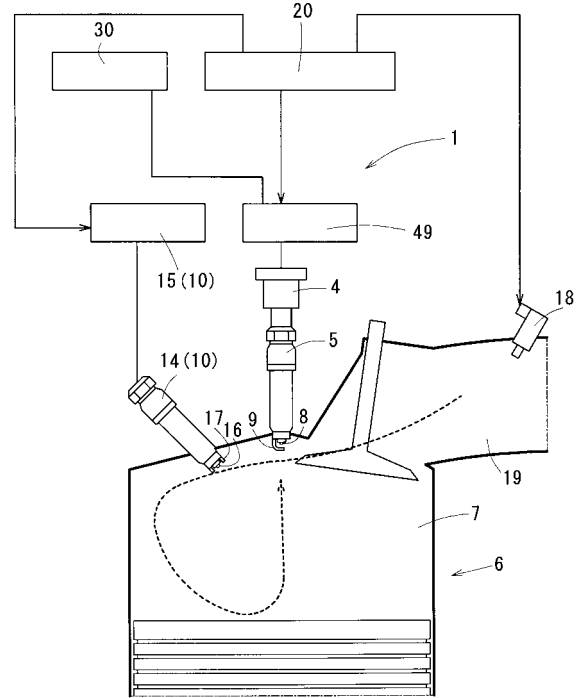
【符号の説明】

【0056】

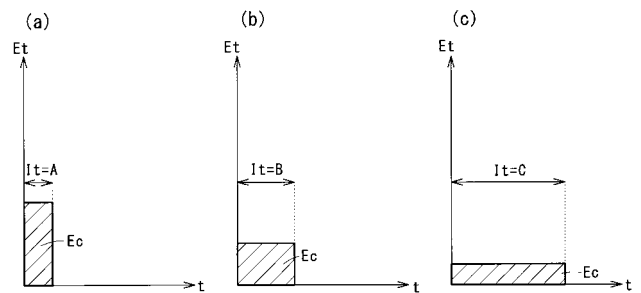
1 点火装置 2 1 次コイル 3 2 次コイル 4 点火コイル 5 点火プラグ
8 中心電極 (電極) 9 接地電極 (電極) 10 プラズマ装置 11 第 1 回路
12 第 2 回路 13 制御部 16 中心電極 (電極) 17 接地電極 (電極)

30

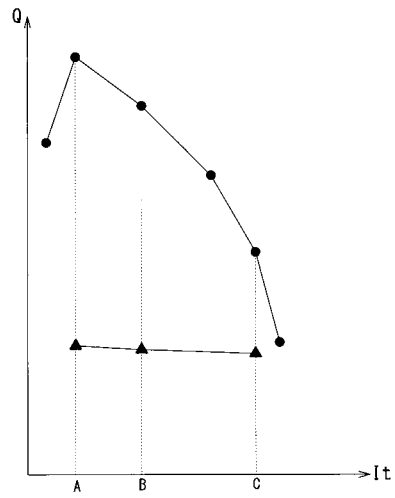
【 図 2 】



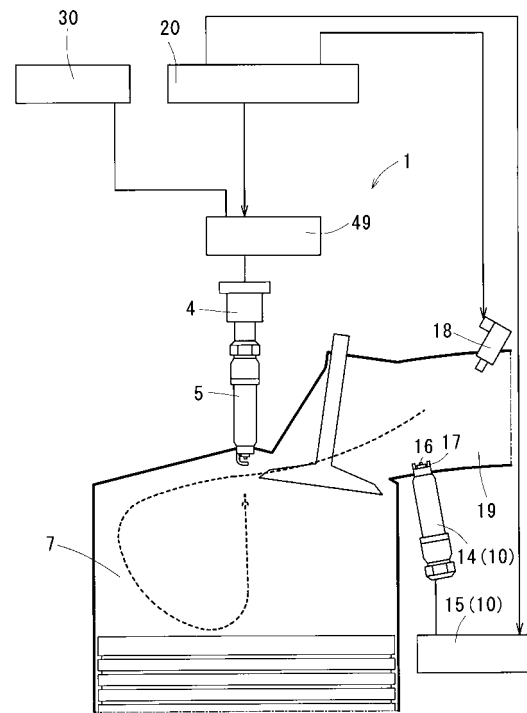
【 図 4 】



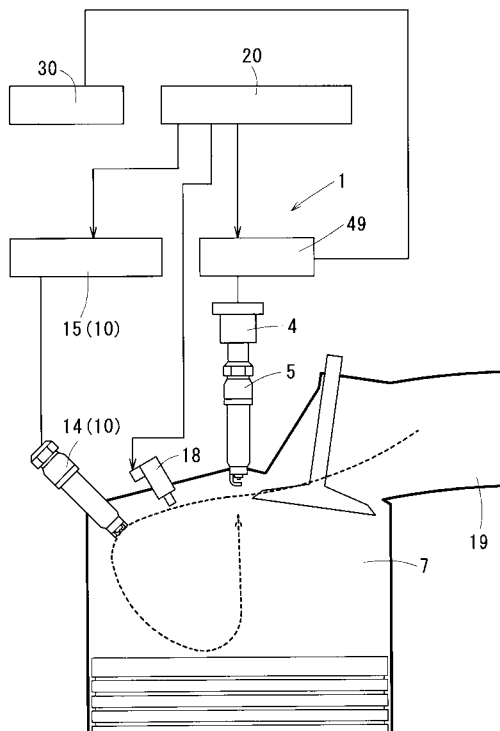
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	F 0 2 P 3/01	J
	F 0 2 P 3/01	Z
	H 0 1 T 15/00	C

- (72)発明者 河野 正顕
愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内
- (72)発明者 田中 大介
愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内
- (72)発明者 佐藤 孝明
愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内
- (72)発明者 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
- (72)発明者 中谷 辰爾
東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 津江 光洋
東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 号 国立大学法人東京大学内

F ターム(参考) 2G084 AA28 BB06 BB23 CC03 CC23 CC34 DD11 FF23 HH07 HH20
HH25 HH30 HH56 HH57
3G019 AB07 BA01 BA03 BB03 BB10 CA00 DC01 EA14 FA02 FA03
FA04 FA05 GA05 GA08