(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2010-144592
(P2010-144592A)
(43)公開日 平成22年7月1日(2010.7.1)

(51)Int.Cl.		FI		テーマコード（参考）
F02P 3/01	**(2006.01)**	F02P 3/01	A	3G019
F02P 13/00	**(2006.01)**	F02P 13/00	301J	5G059
H01T 13/52	**(2006.01)**	H01T 13/52		
H01T 13/20	**(2006.01)**	H01T 13/20	B	

審査請求 未請求　請求項の数 7　ＯＬ　（全 9 頁）

(21)出願番号　特願2008-321714 (P2008-321714)
(22)出願日　平成20年12月18日 (2008.12.18)

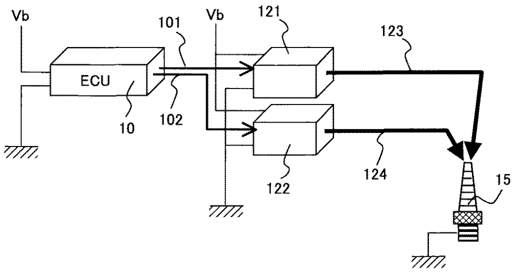
(71)出願人　509186579
日立オートモティブシステムズ株式会社
茨城県ひたちなか市高場２５２０番地
(74)代理人　100100310
弁理士　井上　学
(72)発明者　白石　拓也
茨城県ひたちなか市大字高場２５２０番地
株式会社日立製作所
オートモティブシステムグループ内
(72)発明者　板谷　隆樹
茨城県ひたちなか市大字高場２５２０番地
株式会社日立製作所
オートモティブシステムグループ内

Ｆターム(参考)　3G019 BA03　KA03
5G059 AA01　CC11　DD23

(54)【発明の名称】内燃機関の点火制御装置，制御方法および点火装置

(57)【要約】
【課題】
本発明の目的は、プラズマ放電の吹き出し効果を利用して、火花放電（アーク）の放電経路を吹き出し着火性を向上させるとともに、着火点を燃焼室壁面から出来るだけ離し、火炎伝播を促進できる点火プラグ構成，回路構成および点火制御方法を提供することである。
【解決手段】
本発明の内燃機関の点火装置は１つの接地電極に対して２つの中心電極を有し、前記接地電極と一方の中心電極（Ａ）間に火花放電を発生させ、前記接地電極と他方の中心電極（Ｂ）間にプラズマ放電を発生させ、前記火花放電の放電方向が前記プラズマ放電の放電方向とほぼ直交する構成となっている。
【選択図】図４

図４



【特許請求の範囲】
【請求項１】
１つの接地電極に対して２つの中心電極を有し、前記接地電極と一方の中心電極（Ａ）間と、前記接地電極と他方の中心電極（Ｂ）間に、２種類の放電を発生させる内燃機関の点火装置を１気筒毎に備え、前記点火装置に対して１気筒当たり２種類の点火信号を出力すること、
を特徴とする内燃機関の点火制御装置。
【請求項２】
請求項１に記載の２種類の点火信号のうち、一方は火花放電用点火信号であり、他方はプラズマ放電用点火信号であること、
を特徴とする内燃機関の点火制御装置。
【請求項３】
１つの接地電極に対して２つの中心電極を有し、前記接地電極と一方の中心電極（Ａ）間と、前記接地電極と他方の中心電極（Ｂ）間に、２種類の放電を発生させる内燃機関の点火装置を１気筒毎に備え、前記点火装置に対して１気筒当たり１種類の点火信号を出力し、前記１種類の点火信号から２系統の点火信号を生成する点火信号制御装置を有すること、
を特徴とする内燃機関の点火制御装置。
【請求項４】
請求項３に記載の２系統の点火信号のうち、一方は火花放電用点火信号であり、他方はプラズマ放電用点火信号であること、
を特徴とする内燃機関の点火制御装置。
【請求項５】
接地電極と中心電極を内蔵する内燃機関の点火装置において、前記接地電極と前記中心電極間に、火花放電とプラズマ放電を発生させること、
を特徴とする内燃機関の点火装置。
【請求項６】
請求項５に記載の内燃機関の点火装置において、１つの接地電極に対して、２つの中心電極を有すること、を特徴とする内燃機関の点火装置。
【請求項７】
１つの接地電極に対して２つの中心電極を有し、前記接地電極と一方の中心電極（Ａ）間に火花放電を発生させ、前記接地電極と他方の中心電極（Ｂ）間にプラズマ放電を発生させ、前記火花放電の放電方向が前記プラズマ放電の放電方向とほぼ直交する構成となっていること、
を特徴とする内燃機関の点火装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明はエンジンの点火制御に関する。より具体的には火花放電経路を拡大して着火性を向上するための点火制御方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
火花点火式内燃機関の理想的な点火状態は燃焼室の中心付近で火種が発生し、混合気の中心から火炎が燃え拡がることである。これにより、燃焼室壁面への熱損失低減，燃焼期間（時間損失）の短縮，ノッキング抑制などに効果がある。通常の火花放電では、点火プラグ自体を長くすることで、この理想状態を模擬的に作り出しているが、プラグ突き出しによる耐久性悪化などの問題がある。
【０００３】
一方、特開２００８－４５４４９号公報で紹介されているようなプラズマ放電点火では、放電距離が長いという特徴があり近年注目されている。しかし、背圧の上昇に伴い放電

距離が短くなるという欠点があり、エンジン燃焼室内の現象に関して言えば、種々に変化する運転環境下で、筒内圧力の上昇に伴い放電距離が短くなり、着火点が燃焼室の壁面近傍になってしまう。その結果、壁面からの熱損失が大きくなり、火炎伝播（初期燃焼）が遅くなるという問題がある。

【０００４】

また、エンジン燃焼室内の混合気への着火性向上手段として、火花放電経路（距離）を拡大して、空間的な着火機会を増加し着火性を向上させることが知られている。一例として、プラグギャップ（電極間隙間）を拡大する取り組みが行われているが、プラグギャップを拡大すると火花放電時に必要となる要求放電電圧が上がり飛火性が悪化する。さらに、スロットル弁が全開となる高負荷運転時には、要求放電電圧の上昇とともに燃焼室内の空気流動も強くなるために、火花放電が吹き流されて失火する恐れがあり、現実的には極端なワイドギャップ化は行われずに、通常は０．９～１．３mm程度のギャップとなっている。別の例として、燃焼室内の空気流動を利用する方法も考えられている。これは点火プラグ近傍に流れる流動で、火花放電時のアークを吹き流し、放電距離を拡大する試みである。しかし、吸気工程中に発生した空気流動を圧縮工程後半の点火時期まで保存することは困難であり、空気流動を適切なタイミングで点火プラグ近傍に導くのも困難で、アークを制御しているとは言い難い状態であった。

【０００５】

【特許文献１】特開２００８－４５４４９号公報

【特許文献２】特開２００７－３２３４９号公報

【特許文献３】特公昭６０－５２３１１号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

背景技術で述べたように、燃焼室の中心付近で火種が発生し火炎伝播するという理想的な燃焼状態を実現するため、点火プラグ自体を長くしたり、プラズマ放電点火などが考案されているが、耐久性や運転状態によって着火点が変化してしまうなど、十分なエンジン性能を発揮できていない。また、エンジン燃焼室内の混合気への着火性向上手段として、ワイドギャップ化や空気流動を利用して火花放電経路（距離）を拡大して、空間的な着火機会を増加することが試されているが、要求放電電圧の上昇による飛火性悪化，圧縮工程後半での空気流動制御性の困難さなどが原因で、着火性向上によるエンジン性能の向上も十分に行われていない。

【０００７】

そこで本発明では、火花放電（アーク）の放電経路を拡大して、着火性を向上するとともに、着火点を燃焼室壁面から出来るだけ離し、火炎伝播を促進できる点火プラグ構成，回路構成および点火制御方法を提供することを目的とする。より具体的には、プラズマジェットの吹き出し効果を利用して、火花放電（アーク）の放電経路を拡大している。そのための火花放電とプラズマ放電を組み合わせたハイブリット型の点火プラグ形状も提案している。特開２００７－３２３４９号公報には、主電極と補助電極を有し火花放電（アーク）前にプラズマを放電して、点火プラグの放電領域にプラズマ雰囲気を生成させて、火花放電を起こしやすくすることが可能なハイブリット型点火プラグの例が提案されている。

【０００８】

本発明では、プラズマ放電の吹き出し効果を利用して、火花放電（アーク）の放電経路を吹き出し着火性を向上させる。そのために適切なタイミングで火花放電（アーク）とプラズマ放電を吹き出すためのプラグ構成，回路構成、および点火制御方法を提供することを目的とする。具体的なプラグ構造，回路構成は「発明の実施の形態」に記載する。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

上記の目的を達するために、本発明の内燃機関の点火装置は、１つの接地電極に対して

２つの中心電極を有し、前記接地電極と一方の中心電極（Ａ）間に火花放電を発生させ、前記接地電極と他方の中心電極（Ｂ）間にプラズマ放電を発生させ、前記火花放電の放電方向が前記プラズマ放電の放電方向とほぼ直交する構成となっている。このハイブリット型点火プラグへの点火指令はエンジン制御ユニット（ＥＣＵ）から行われ、ＥＣＵからは火花放電を起こすための点火信号とプラズマ放電を起こすための点火信号が出力される構成となっている。

【発明の効果】

【００１０】

本発明の内燃機関の点火装置および点火制御装置，制御方法によれば、エンジンの所謂“点火時期”直後に火花放電が起こり、それから所定のタイミングでプラズマ放電が起こり、両者の相乗効果により火花放電（アーク）の放電経路が長くなり着火性が向上するとともに、そのアークが燃焼室中心方向に吹き出されるため、着火点が燃焼室壁面から離れる結果、壁面への冷却損失が低減するとともに火炎伝播速度が向上し、理想的な燃焼状態を実現でき、燃費効率向上に寄与することが可能となる。

【００１１】

さらに、火花放電，プラズマ放電をそれぞれ単独で使用する場合に比べて、混合気への供給エネルギは増大し着火性が向上する。また、プラズマ放電を単独で使用する場合と比較して、メインの火炎核形成は火花放電で行い、アークの吹き出し効果に利用するだけのエネルギをプラズマ放電から供給すれば良いため、プラグの消耗を抑えることにも効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１２】

本発明の実施例を図を用いて説明する。図１は本発明を適用するエンジンシステムの構成例である。まず、エンジン１の基本動作について説明する。エンジン１に吸入される空気は図示しないエアクリーナを通り、吸気ダクトに取り付けられたエアフローセンサ２により吸入空気量が計測される。エンジン１に吸入される空気量はスロットル弁３で制御される。吸気コレクタ５は図示しない他気筒へ空気を分配するためのもので、その後、各気筒の吸気管に空気が分配され、燃焼室２２に空気が吸入される。吸気管９の途中には、空気流に指向性を持たせるための空気流動制御弁６を用いても良い。ＥＣＵ１０はエンジン１に取り付けられた各種センサからの信号を基に、ＥＣＵ１０内部でエンジン１の運転状況を判定し、その運転状況に相応しい指令値を各種アクチュエータに出力する。ここで各種センサの例としては、エアフローセンサ２，吸気カム位相を検出するフェーズセンサ７，排気カム位相を検出するフェーズセンサ８，クランク軸２５の回転数を検出するクランク角センサ２６，エンジン冷却水温度を検出する水温センサ２１，ノッキングを検出するノックセンサ１６，排気管１８内の排気ガス濃度を検出する（図示しない）排ガスセンサ、などである。また、各種アクチュエータの例としては、スロットル弁３，空気流動制御弁６，吸気および排気のカム位相を制御する（図示しない）位相制御弁，点火コイル１２，燃料噴射弁１９、などである。エアフローセンサ２により計測された空気量、および排気センサの出力に基づいて、ＥＣＵ１０は燃料噴射量を算出し、燃料噴射弁１９に噴射信号を出力する。噴射信号は主に噴射時期，噴射回数，噴射期間で構成されている。燃焼室２２に供給された空気と燃料は、ピストン２３の上下動に伴い、燃焼室２２内で気化，混合して混合気を形成する。その後ピストン２３の圧縮動作により、温度と圧力が上昇する。ＥＣＵ１０はエンジン回転数，燃料噴射量などの情報から点火時期を算出し、点火コイル１２に点火信号を出力する。点火信号は主に点火コイル１２への通電開始時期，通電終了時期で構成されている。これにより、ピストン２３の圧縮上死点の少し手前のタイミングで点火プラグ１５により点火が行われ、燃焼室２２内の混合気に着火し燃焼が起こる。燃焼により高まった圧力により、ピストン２３を下方向に押し返す力が働き、膨張行程でエンジントルクとしてクランク軸２５に伝達され、エンジン動力となる。燃焼終了後、燃焼室２２に残留したガスは、排気弁１４を通り排気管１８に排出される。この排気ガスには人体に有害な成分が含まれることが多いので、排気管１８の途中に配置された触媒１１

，１７の作用により無害化され、大気中に排出される。

【００１３】

次に、点火プラグ１５の先端部の形状を図２に示す。点火プラグ１５はネジ部を有する外側接地電極３０により、エンジンに取り付けられる。ここではエンジン本体が接地されていると仮定する。従って、外側接地電極３０は図中に示すようにマイナス電位となる。一方、中心電極３１は点火コイル１２に接続されており、点火時期にプラス電位の高電圧が掛かり、外側接地電極３０との間に火花放電が起こる。中心電極３３はプラズマ放電用の電極で、外側接地電極３０との間で絶縁破壊が起こり、その後の電力投入によりプラズマが放電される。中心電極３１と３３の間には絶縁部材３２が挿入されており、中心電極間の接触，電位差によるリークを防止している。中心電極３３と外側接地電極３０の間にも絶縁部材３４が挿入されており、中心電極と接地電極の接触，リークを防止するとともに、中心電極３３，絶縁部材３４，外側接地電極３０で囲まれた閉空間３５を形成しており、プラズマ放電する際のキャビティの役割を果たしている。

【００１４】

図３に火花放電，プラズマ放電の様子を模式的に示す。図３左の図は火花放電の様子を示したもので、図示しない点火コイル１２の作用により、中心電極３１にプラス電位の高電圧が掛かり、外側接地電極３０との間で絶縁破壊が起こり、それに引き続いてアーク２７が形成される。火花放電２７は、外側接地電極３０の特定の場所で発生する訳ではなく、毎回発生する場所が変化し、アーク発生中も移動しながら火花放電を継続する。従って、外側接地電極３０の特定の場所だけが劣化して機能が損なわれることは無い。図３右の図はプラズマ放電の様子を示したもので、図示しないプラズマ放電用回路の作用により、中心電極３３と外側接地電極３０の間で絶縁破壊が起こり、それに引き続く電力投入で閉空間３５内の温度が上昇し、それに伴い局所的に圧力が上昇しプラズマ放電２８が生じる。閉空間３５の形状から、プラズマ放電２８の形状は環状となる。この２つ点火現象を組み合わせることで、アーク２７の放電経路をプラズマ放電２８により押し出し、放電経路を拡大し、混合気との着火機会を増大させる。

【００１５】

点火プラグの構成は、図２，図３に示した構造に限定されるものではなく、様々な改良が加えられるが、本発明の効果を十分に引き出すために、プラズマ放電方向とほぼ直交する方向に火花放電を行う点火プラグの構成とすることが望ましい。

【００１６】

図４に回路構成例を示す。ＥＣＵ１０には図示しない各種センサからの入力信号と、バッテリ電源Ｖｂおよび接地配線が施されている。点火プラグ１５は火花放電用中心電極とプラズマ放電用中心電極を持つハイブリット型の構成となっている。火花放電用点火回路１２１は内部に１次コイル（巻線）と２次コイル（巻線）を有する構造で、ＥＣＵ１０からの点火信号１０１に基づき、通電開始時期に１次コイルに通電を開始し電気エネルギを充電する。通電終了時期に１次コイルへの通電が遮断されると、電磁誘導の作用により２次コイルに高電圧となった電気エネルギが発生し、点火プラグ１５で火花放電が起こる。プラズマ放電用点火回路１２２は特公昭６０－５２３１１号の図１に記載される回路が一般的によく使用されている。これはＥＣＵ１０からの点火信号１０２に基づいて、最初にプラズマ放電用回路内に有する“スパーク点火用電源回路”から点火プラグ１５内の中心電極３３と外側接地電極３０の間で絶縁破壊するためのエネルギを供給する。その間、プラズマ放電用回路内に有するコンデンサには電荷がチャージされている。絶縁破壊が起こり、中心電極３３と接地電極３０間が通電するとコンデンサにチャージされた電荷が一気に流れ、閉空間３５内が高温，高圧になり、短時間でプラズマ放電が発生する。

【００１７】

このときの点火信号およびケーブル１２３，１２４に流れる電流の様子を図５に示す。図中ＩＧＮが所謂“点火時期”である。点火信号１０１は火花放電用の点火信号で、ＩＧＮよりＴ１前から１次コイルへの通電を開始し、ＩＧＮで１次コイルへの通電遮断により、２次コイルに高電圧となった電気エネルギが発生し、点火プラグ１５の中心電極３１と

外側接地電極３０間にアークが流れる。そのときケーブル１２３に流れる電流波形は、ＩＧＮ直後にピークとなる三角形の波形となり、その放電時間はｔ１となる。ｔ１は１次コイル，２次コイルの巻線比で変更することが可能である。一般的には、Ｔ１は２～３ms、ｔ１は５０～１００ms程度の値となる。一方、点火信号１０２はプラズマ放電用の点火信号で、ＩＧＮをトリガーにして、プラズマ放電用回路内に有する“スパーク点火用電源回路”から供給されたエネルギで中心電極３３と外側接地電極３０間で絶縁破壊が生じ、それに引き続いてコンデンサにチャージされていた電荷がプラズマ放電する。そのときケーブル１２４に流れる電流はＩＧＮからｔ２遅れて立ち上がり、ｔ３で放電が終了する。ｔ２およびｔ３はプラズマ放電用回路内の設定で変更可能であるが、ｔ２は０．０１ms，ｔ３は０．０５ms程度の値である。

【００１８】

以上の点火プラグおよび回路構成とすることで、プラズマ放電の吹き出し効果を利用して、火花放電（アーク）の放電経路を吹き出し着火性を向上させることが可能となる。火花放電（アーク）の吹き出し量，持続時間が適切な量，時間となるように、Ｔ１およびｔ１～３で調整する。また、火花放電（アーク）の吹き出しが不要な運転条件では、プラズマ放電を停止することで、アークの吹き出しは無くなり通常の火花放電型の点火システムとして機能する。これによりプラズマ放電のためのエネルギ消費を削減でき、点火プラグの劣化防止，耐久性向上，燃費向上に効果がある。

【００１９】

図６には別の回路構成例を示す。図４に示した回路構成に対して、点火信号制御装置１２５を追加した回路構成となっている。その他は図４の回路構成例と同じであるので説明は省略するが、ＥＣＵ１０が点火信号１０３のみを出力する点が異なっている。従って、１気筒当たりに使用するピン数，配線数などを半減することが可能となる。点火プラグ１５は火花放電用中心電極とプラズマ放電用中心電極を持つハイブリット構成となっている。図７を用いて、点火信号制御装置１２５の機能を中心に説明する。点火信号１０３は火花放電用の点火信号で、それを受けた点火信号制御装置１２５は、火花放電用点火回路１２１に１次コイルへの通電を開始／終了する制御信号を出力する。点火信号制御装置１２５は、点火信号１０３の信号立下り位置をトリガーにして、プラズマ放電用点火回路１２２に信号を出力する。プラズマ放電用点火回路１２２内に有する“スパーク点火用電源回路”から供給されたエネルギで中心電極３３と外側接地電極３０間で絶縁破壊が生じ、それに引き続いてコンデンサにチャージされていた電荷がプラズマ放電する。そのときケーブル１２４に流れる電流はＩＧＮからｔ２遅れて立ち上がり、ｔ３で放電が終了する。ｔ２およびｔ３はプラズマ放電用回路内の設定で変更可能であるが、ｔ２は０．０１ms，ｔ３は０．０５ms程度の値である。

【００２０】

以上の回路構成では、ＥＣＵ１０から出力される点火信号は１気筒当たり１本となるので、既存のエンジンシステムとの置き換えが容易となる。また、点火信号制御装置１２５を、火花放電用点火回路１２１，プラズマ放電用点火回路１２２とともに、一体化して点火制御装置２９とした構成としても良い。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】本発明を適用したエンジンシステム構成例。

【図２】ハイブリット構成の点火プラグ。

【図３】火花放電とプラズマ放電の様子を示す模式図。

【図４】本実施例の回路構成例。

【図５】点火信号と電流波形の関係を示す図。

【図６】本実施例の別の回路構成例。

【図７】点火信号と電流波形の関係を示す図。

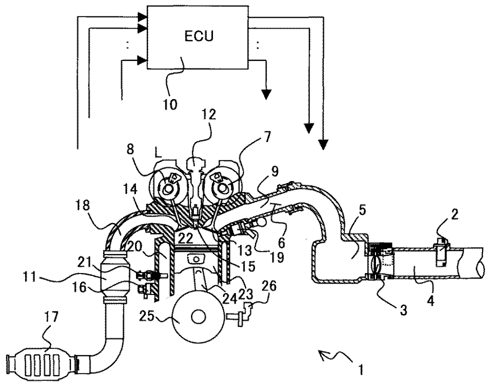
【符号の説明】

【００２２】

１　エンジンシステム
２　エアフローセンサ
３　スロットル弁
４　吸気ダクト
５　吸気コレクタ
６　空気流動制御弁
７　吸気カムフェーズセンサ
８　排気カムフェーズセンサ
９　吸気管
１０　ＥＣＵ
１１　排気ガス浄化触媒
１２　点火コイル
１３　吸気弁
１４　排気弁
１５　点火プラグ
１６　ノックセンサ
１７　床下触媒
１８　排気管
１９　燃料噴射弁
２０　冷却水通路
２１　水温センサ
２２　燃焼室
２３　ピストン
２４　コンロッド
２５　クランク軸
２６　クランク角センサ
２７　火花放電
２８　プラズマ放電
２９　点火制御装置
３０　外側接地電極
３１　火花放電用中心電極
３２，３４　絶縁部材
３３　プラズマ放電用中心電極
３５　閉空間
１０１　火花放電用点火信号
１０２　プラズマ放電用点火信号
１０３　点火信号
１２１　火花放電用点火回路
１２２　プラズマ放電用点火回路
１２３　火花放電用ケーブル
１２４　プラズマ放電用ケーブル
１２５　点火信号制御装置

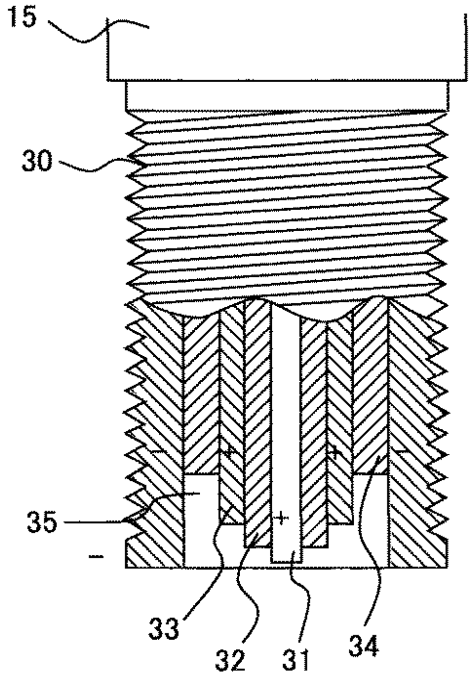
【図１】

図 1



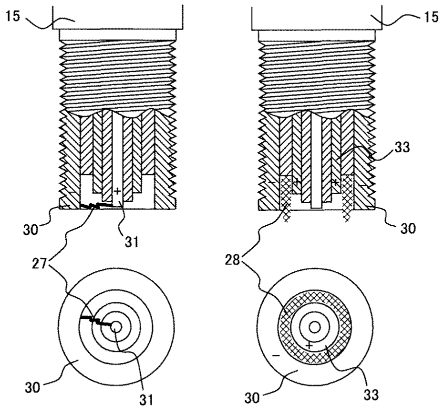
【図２】

図 2



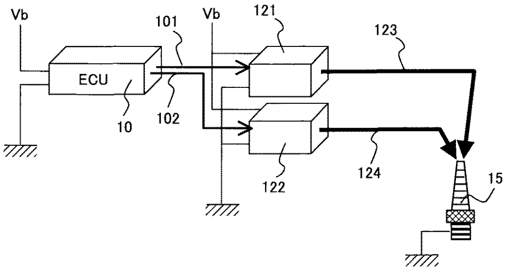
【図３】

図 3



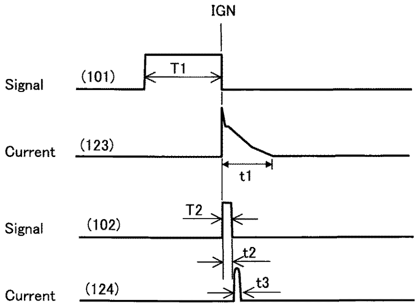
【図４】

図 4



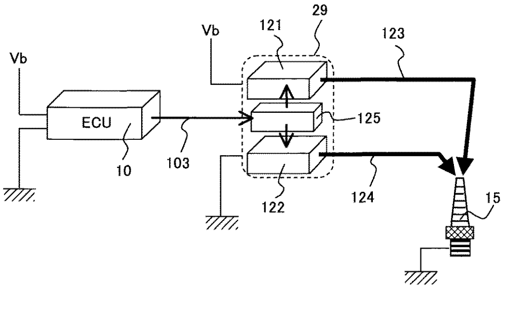
【図５】

図 5



【図６】

図 6



【図７】

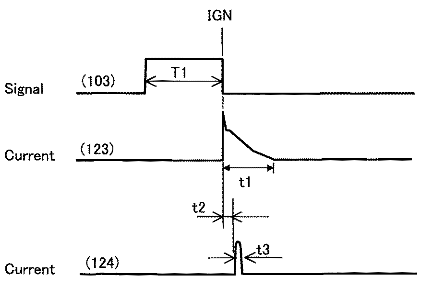



図 7