

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6313773号
(P6313773)

(45) 発行日 平成30年4月18日 (2018. 4. 18)

(24) 登録日 平成30年3月30日 (2018. 3. 30)

(51) Int. Cl.

F I

F O 2 P 3/01 (2006. 01)
F O 2 P 9/00 (2006. 01)
F O 2 P 3/05 (2006. 01)
F O 2 P 23/04 (2006. 01)
F O 2 P 3/045 (2006. 01)

F O 2 P 3/01 J
F O 2 P 9/00 3 O 2 D
F O 2 P 3/05 D
F O 2 P 3/05 E
F O 2 P 3/01 B

請求項の数 7 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-537403 (P2015-537403)
(86) (22) 出願日 平成25年10月17日 (2013. 10. 17)
(65) 公表番号 特表2015-535043 (P2015-535043A)
(43) 公表日 平成27年12月7日 (2015. 12. 7)
(86) 国際出願番号 PCT/IB2013/059413
(87) 国際公開番号 W02014/060979
(87) 国際公開日 平成26年4月24日 (2014. 4. 24)
審査請求日 平成28年8月4日 (2016. 8. 4)
(31) 優先権主張番号 T02012A000927
(32) 優先日 平成24年10月19日 (2012. 10. 19)
(33) 優先権主張国 イタリア (IT)

(73) 特許権者 514132486
エルドル コーポレイション エセ. パー
. アー.
イタリア国 22030 オルセニーゴ
(コモ), ヴィア ドン パオロ ベッ
ラ 18
Via Don Paolo Berra
18, 22030 Orsenigo
(Como), Italy
(74) 代理人 100169904
弁理士 村井 康司
(74) 代理人 100175617
弁理士 三崎 正輝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関用プラズマ点火装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関用のプラズマ点火装置であって、
電気／電子接続手段（50、11、26、27、31、32、33、36. 1、36. 2、B）によって回路内で相互に接続された、駆動及びアナログ及び／又はデジタル制御ユニット（20）と、点火コイル（30）と、スパークプラグ（40、41）と、を備え、
前記点火コイル（30）は、互いに直列に接続された第1の一次巻線（34）と第2の一次巻線（35）とを備え、前記第1の一次巻線（34）と前記第2の一次巻線（35）との間に中央電気接続（34. 1）を有し、前記第1の一次巻線（34）及び前記第2の一次巻線（35）と直列に接続されたコンデンサ（37）を電氣的に充電し、スパークプラグ（40）の放電「ギャップ」（41）間に電位差を発生させるため、前記点火コイル（30）の二次巻線（36）に磁氣的に連結された磁気コア（38）を磁氣的にチャージし、
前記コンデンサ（37）は、前記第2の一次巻線（35）と接地接続（33）との間に接続され、
前記駆動及びアナログ及び／又はデジタル制御ユニットは、
駆動及び制御ユニット（21）と、
電圧発生装置と前記中央電気接続との間に配置された第1ダイオード（22）と、
前記第1の一次巻線に接続されるアノード端子を有する第2ダイオード（23）と、

前記第2ダイオードのカソード端子に接続されるスイッチ(24)と、
を有し、

前記駆動及び制御ユニットは、前記第1の一次巻線をチャージ／ディスチャージし、前記スパークプラグの電極間にスパークを発生させるために前記コンデンサをチャージ／ディスチャージするために、前記スイッチを開閉するように駆動する、
プラズマ点火装置。

【請求項2】

前記駆動及びアナログ及び／又はデジタル制御ユニット(20)は、抵抗(25)と、電圧制御素子(28)と、を有し、前記スイッチ(24)を駆動することにより、前記第1の一次巻線(34)及び前記第2の一次巻線(35)の電氣的／磁氣的なチャージ／ディスチャージを担う、前記二次巻線(36)及び前記磁気コア(38)の電気／磁気回路の開／閉を行う、
請求項1に記載のプラズマ点火装置。

10

【請求項3】

前記駆動及びアナログ及び／又はデジタル制御ユニット(20)は、前記駆動及び制御ユニット(21)によりパルス／コマンドが生成されない場合に、外部のエンジン制御装置(ECU)から前記パルス／コマンドを受け付ける、少なくとも1つの電気／電子接続(50)を有する、
請求項2に記載のプラズマ点火装置。

20

【請求項4】

前記駆動及びアナログ及び／又はデジタル制御ユニット(20)は、前記電圧制御素子(28)と前記中央電気接続(34.1)との間の電気接続(31)と、前記第1の一次巻線(34)と前記第2ダイオード(23)との間の第2の電気接続(32)とを備える、
請求項2に記載のプラズマ点火装置。

【請求項5】

前記電圧制御素子(28)、前記第1の一次巻線(34)、前記第2ダイオード(23)、前記スイッチ(24)、前記抵抗(25)を含むフィードバックループ回路を更に備え、

前記駆動及び制御ユニット(21)が、前記フィードバックループ回路を用いて、前記スイッチ(24)の開時間／閉時間を決定するように、前記抵抗(25)は、接続(26)によって接地に接続される、
請求項2に記載のプラズマ点火装置。

30

【請求項6】

前記駆動及び制御ユニット(21)は、パルス幅変調によって前記スイッチ(24)を駆動するハードウェア及びソフトウェア手段を有する、
請求項2に記載のプラズマ点火装置。

【請求項7】

前記駆動及び制御ユニット(21)は、開時間／閉時間及び／又はその期間を変化させて前記スイッチ(24)をゼロ電流スイッチングによって駆動するハードウェア及びソフトウェア手段を有し、前記ゼロ電流スイッチングにより、前記二次巻線(36)内で周期的に振動する電位差が生成され、前記周期的に振動する電位差により、前記スパークプラグ(40)の放電「ギャップ」(41)間に、少なくとも1つの電気アークが生成されアクティブな状態で維持される、
請求項2に記載のプラズマ点火装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関用プラズマ点火装置に関する。

50

【背景技術】

【0002】

空気と燃料との混合物を圧縮し、結果としてスパークを発生させ、混合物に点火することにより、エンジン内の1以上の燃焼室内で制御された爆発を起こさせるよう動作させて、内燃機関に動力を供給する、内燃機関が従来より知られている。スパークが通常発生して、「放電ギャップ」と呼ばれる電極間の特定の距離を示すスパークプラグに、高電圧エネルギーが供給される。このような放電により、混合物の燃焼が引き起こされる。

【0003】

内燃機関の効率や汚染物質の排出特性は、部分的に、混合物の品質や燃焼モードにより決定される。

10

【0004】

燃焼が完全ではない場合や、スパークが発生しない場合、及び燃焼室内のすべての燃料が燃焼しなかった場合には、未燃焼の混合物に相当する量が、内燃機関を装備した車両から排出ガスとして放出されることになる。燃焼室内にある混合物の全量を完全燃焼させられるかは、スパークの効率によっても決まる。

【0005】

吸熱エンジン内部の燃焼を改善する目的で様々な取り得る解決策が検討されてきた。その1つは、燃焼室内にある気体混合物をプラズマ状態に誘導するものである。

【0006】

電磁力が支配的である力学的システムをプラズマシステムと呼ぶ。プラズマは、荷電粒子とこれらの粒子によって生成された電界（field）との集合である。

20

【0007】

プラズマは、物質の第4の状態であり、気体や混合物をイオン化することにより得られる。プラズマが見られるイオン化状態では、電気がよく伝わり、電磁場によく反応する。

【0008】

故に、内燃機関の燃焼室内でプラズマを発生させることにより、正確には上述のような特性により、混合物の燃焼を確実に改善することができる。実際、燃焼室内での伝播の際に、プラズマによって発生した火炎面により、気体状混合物内が非常に高温となり、同一の火炎面の迅速な伝播が容易となり、前進に必要な時間が短縮されて、性能が大きく向上し、かつ未燃焼の気体の量が減少する。

30

【0009】

さらに具体的に、内燃機関の燃焼室内での混合気体のプラズマ状態の発生は、以下の、切り離すことのできない3つの段階を備える。

1. スパークの生成による誘電体の絶縁破壊。
2. 燃焼室内にある気体の高エネルギーイオン化。プラズマと呼ばれる。
3. 制御されたイオン化段階又はプラズマ段階の維持。

【0010】

第1段階（スパークの生成による誘電体の絶縁破壊、上述の段階1）の間、スパークプラグの電極間に電位差が生まれ、高エネルギーの放電（段階1）が誘電体（例えば、空気と燃料との混合物）を通過する。次に、第2段階（燃焼室内にある気体の高エネルギーイオン化、プラズマと呼ばれる）が続く、この間に、プラズマの形成が行われる。この段階（段階2）で、燃焼室内にある混合物の燃焼が引き起こされる。この段階では、気体の混合物が局所的に点火され、火炎面が形成される。段階3（制御されたイオン化段階又はプラズマ段階の維持）により、火炎面の速度や強度が高められると、火炎面の伝播が改善される。

40

【0011】

従来、上述のことを実現可能な装置が知られている。

【0012】

周知のプラズマ点火装置は、高圧変圧器の動作に必要な電気／電子部品及び電力供給のための電気接続手段を備える。電気／電子手段は、特に、プラズマ点火装置の動作の回

50

路を有する。この回路は、実質的に、電氣的接続及びエネルギー供給に必要な部品に加えて、充電用の一次回路、高圧変圧器を制御するための制御回路、及び点火回路で構成される。

【0013】

特に、米国特許出願公開第2010/0319644号明細書（特許文献1）は、以下を備えるプラズマ点火装置を開示する。

- 定電流源、阻止ダイオード、誘導性素子、及びコンデンサにより実質的に構成された一次制御回路、
- 上述のコンデンサ、SCR（シリコン制御整流器）型ダイオード、高圧変圧器（例えば、高圧点火コイル）の一次巻線、及び高圧阻止要素を有する、コイル駆動回路。

10

【0014】

SCRダイオードは、外部信号により作動可能なスイッチ機構を提供するものであって、高圧点火コイルの一次側にコンデンサを放電させるためのものである。例えば、エンジン制御装置（ECU）は、SCRダイオードを作動させることが可能で、所定のエンジンシリンダにおいて点火を引き起こす。この点火回路は、高圧変圧器の二次側と、スパークプラグ又はその他の点火手段と、を備える。（例えば、SCRダイオード信号により起こる）放電パルスの最初の適用の直後に、変圧器の巻線を電流が流れると、高圧変圧器のインピーダンスが著しく増加する。この高圧変圧器のインピーダンスにより、コンデンサは十分緩やかな速度で放電し、高圧阻止要素で保護される、コンデンサの出力をスパークプラグの電極間の「ギャップ」に直接接続する、二次並列経路は、コンデンサが高圧変圧器の二次出力と比べて低い電圧であったとしても、コンデンサ内に残ったエネルギーを、初期プラズマアークを介して直接放電可能にする。この電流により、プラズマコアが拡大し、スパークエネルギーが増加して、より多くの気体（空気と燃料の混合物）がイオン化され、適切な燃焼が確保される。上述のことから分かるように、この文献の対象である発明は、コイルを制御する部分として、SCRダイオードを備える。このダイオードは、点火段階でのみ制御可能であり、スイッチをオフにする際には制御できない。従って、この発明は、説明したサイクルに特定のタイミングで介入し、エンジン速度が変化してもコンデンサ内のエネルギーが放電された瞬間に常にSCRダイオードを閉じるように、一定の状態を維持することができる技術手段を提供してはいない。

20

【0015】

連続的なプラズマを生成するための制御ユニットは、国際公開第2012/106807号パンフレット（引用文献2）にも開示されている。具体的に、この文献は、電位生成回路800を開示しており（引用文献の図8、本明細書では図2）、電位生成回路800は、

30

- 第1ダイオード803、第2ダイオード806、及び静止スイッチ807、の3つの半導体素子と、
 - インダクタ802、コンデンサ804、及び点火コイル805等の変圧器、の3つの受動部品と、
- を備える。

【0016】

電位生成回路800は、静止スイッチ807のゲートに連結され、スイッチ807のスイッチング機能を制御するための制御ユニット809を更に備える。また、電位生成回路800は、直流電源801を含む。直流電源801のマイナス側は接地され、直流電源801のプラス側は、インダクタ802に接続されて、さらに第1ダイオード803のアノードに連結される。コンデンサ804は一方が接地され、他方が第1ダイオード803のカソードに連結される。第1ダイオード803のカソードは、点火コイル805の一次巻線（I）の第1の端部にも連結される。点火コイル805の一次巻線（I）の第2の端部は、第2ダイオード806のアノードに接続される。第2ダイオード806のカソードは、静止スイッチ807の接続点に接続される。静止スイッチ807のゲートは、制御線808によって、制御ユニット809の出力に接続される。静止スイッチ807のドレイン

40

50

は、アースに接続される。制御ユニット 809 の入力線は、電位生成回路 800 の入力ポート 811 に連結される。入力ポート 811 は、制御チャンネル 813 に連結される。点火コイル 805 の二次巻線 (II) は、電位生成回路 800 の第 1 端子 812 の一端に連結される。電位生成回路 800 の第 1 及び第 2 端子 812、814 は、燃焼室内の気体混合物 (空気/燃料) 存在下で使用する放電「ギャップ」816 を形成するそれぞれの外部電極へと外部接続される。

【0017】

電位生成回路 800 を解析すると、4 つのサブ回路に分解可能である。第 1 のサブ回路は、接地、直流電源 801、インダクタ 802、第 1 ダイオード 803、コンデンサ 804、及び接地を含む閉回路である。第 2 のサブ回路は、接地、コンデンサ 804、点火コイル 805 の一次巻線 (I)、第 2 ダイオード 806、静止スイッチ 807、及び接地を含む閉回路である。第 3 のサブ回路は、接地、直流電源 801、インダクタ 802、第 1 ダイオード 803、点火コイル 805 の一次巻線 (I)、第 2 ダイオード 806、静止スイッチ 807、及び接地を含む閉回路である。第 4 のサブ回路は、点火コイル 805 の二次巻線 (II) を含む閉回路であって、二次巻線 (II) では、第 1 及び第 2 端子 812、814 によって、放電「ギャップ」816 を形成する一対の外部電極に接続されている。

【0018】

国際公開第 2012/106807 号パンフレットに示されたシステム、回路及び方法の動作は、4 つの段階を備える。第 1 段階において、静止スイッチ 807 が制御ユニット 809 により閉じられる。静止スイッチ 807 は、一次巻線を介してインダクタ 802 と点火コイル 805 との双方に、第 3 のサブ回路を介して所望レベルの電流をチャージ (charge) し始める。この電流のレベルによって、第 1 に、コンデンサ 804 へと渡される、インダクタ 802 内に蓄えられるエネルギーの量が決定され、第 2 に、点火コイル 805 内へと蓄えられるエネルギーの量が決定される。

【0019】

第 2 段階において、静止スイッチ 807 が、制御ユニット 809 によって開かれる。静止スイッチ 807 が導通状態を停止し、コンデンサ 804 が第 1 のサブ回路を通じてプラスの電位に充電される。同時に、点火コイル 805 内に蓄えられたエネルギーが、第 4 のサブ回路を介して放出され、放電「ギャップ」816 内に、例えばマイナスの極性の、高い電圧が生まれる。第 2 の段階が第 1 の初期段階に続くと、放電「ギャップ」816 内に絶縁破壊が起こる。

【0020】

第 3 段階において、制御ユニット 809 によって静止スイッチ 807 が閉じられる。静止スイッチ 807 は、導通を開始し、第 2 のサブ回路を介してコンデンサ 804 が充電されて、点火コイル 805 を介してエネルギーが第 4 のサブ回路へと伝達され、放電「ギャップ」816 内に、例えばプラス極性の、高電圧が生まれる。

【0021】

第 4 段階において、静止スイッチ 807 は、閉じたままであり、第 2 のサブ回路を介した電流は減少し、コンデンサ 804 はマイナスの電圧に再び充電されて、第 1 のサブ回路を介した電流が増加して、インダクタ 802 に流れる。第 4 段階の終了までに、放電「ギャップ」816 に近接した燃焼室内にみられる気体混合物は、2 つの初期電位パルスを受けることになる。第 2 段階の始めに起こる第 1 の電位パルスの間に、又は、第 3 段階で起こる第 2 の電位パルスの間に、気体混合物の絶縁破壊が起こる可能性がある。

【0022】

燃焼維持段階 920 の間、第 2、第 3、及び第 4 の段階が繰り返され、周期的に変動する駆動電位を発生させる。周期的に変動する駆動電位の前に、点火遅れの期間を利用して、気体混合物が絶縁破壊から点火へと確実に移行するようにする。

【0023】

周期的に変動する駆動電位は、雪崩的イオン化効果 (avalanche-ionization effect)

10

20

30

40

50

が起きるように、放電「ギャップ」を通じた電子の流れを確実にする。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0024】

ただし、従来技術には幾つかの欠点がある。

【0025】

従来技術の欠点の1つは、考えられた装置の制御及び駆動回路がかなり複雑であることであり、正しく機能するにはかなり多くの数の部品が必要となり、信頼性やコストの点で問題がある。

【0026】

従来技術の別の欠点は、考えられた装置の全体寸法を減らすことができないことにあり、即ち他の構成内に組み込むことができない。

【0027】

更なる欠点は、一次制御回路の多くの直列インダクタの存在により電磁チャージ段階（electromagnetic charging stage）においてかなりのエネルギーロスの可能性があり、電源で電気エネルギーがより多く必要となる。

【0028】

電気エネルギー源の疲労も、結果として生じる耐用年数の減少と共に、従来技術の欠点であり、これは、点火コイルの一次巻線の電磁チャージ段階においてかなりのエネルギーが要求されることによる。

【0029】

さらに、従来技術の欠点は、高圧縮率下の又はターボチャージャー付エンジンにおける、燃焼室での高乱流の条件下で、イオン化エネルギーの放出段階を適切に制御できないことにある。この結果、上述のような条件下において装置の性能は低下し、エンジンの回転数の変化とともに燃焼品質が低下して、エンジン効率やエンジンからの汚染物質の排出に悪影響が生じることとなる。

【0030】

最後に、従来技術の欠点は、点火コイル上に装置を形成するすべての部品を収納することができないことにあり、これによって、電磁妨害の外部への放出を防ぐために追加の遮蔽が必要となり、コスト、重量、及び寸法が増加し、信頼性や性能に影響する。

本発明は、このような問題点を発端として、その解決策を提供することを意図する。

【0031】

本発明の目的は、動作に必要な部品の数を減らすことができ、使用に関して信頼性や柔軟性を確保できる、内燃機関用のプラズマ点火装置を提供することである。

【0032】

本発明の別の目的は、規定されるようなコンパクトなプラズマ点火装置を提供することである。

【0033】

本発明の更なる目的は、規定されるような、動作のすべての段階で、特に、点火コイルの一次巻線の電磁チャージの段階で、電気エネルギー損失を最小限にすることができるプラズマ点火装置を開示することである。

【0034】

本発明の結果的な目的は、規定されるような、電気エネルギーの必要量を可能な限り最小限にすることが可能な装置を提供することである。

【0035】

本発明の更なる目的は、上述のように、電気エネルギー源の疲労を減少させることができ、結果としてこの部品の耐用年数を長くすることのできる装置を提供することである。

【0036】

本発明の更に別の目的は、高圧力及び乱流レベル下であっても動作可能で、内燃機関のすべての回転速度において、回転速度が変化しても燃焼を向上可能で、性能を向上可能で

10

20

30

40

50

(燃焼レベルを下げ、熱交換プロセスを向上させて効率を上げることが可能で)、エンジンからの汚染物質の排出を最小限にすることが可能な、規定されるようなプラズマ点火装置を供給することである。

【0037】

規定されるように、制限された寸法の点火コイル上で完全に組み立てることができ、追加の電磁放出フィルターや遮蔽を必要としない、プラズマ点火装置を提供することができるという可能性も、本発明の目的の1つである。

【0038】

最後に、本発明の目的は、規定されるような、実施が簡単で、使用が便利で、コストが限られ、性能が向上しており、寸法が減少し、高信頼性なプラズマ点火装置を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0039】

このような目的に鑑みて、本発明は、内燃機関用のプラズマ点火装置を提供し、その本質的な特徴が請求項1の対象である。

【0040】

さらなる利点となる特徴は、従属項に記載される。

【0041】

すべての請求項は、一体的にここに記載される。

添付の図面を参照しながら、以下に本発明について更に詳細に説明するが、以下の説明は例示的なものであってこれらに限定するものではない。

20

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】本発明に係る内燃機関用のプラズマ点火装置の例を示す概略図である。

【図2】従来技術の回路を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0043】

図1において、本発明の対象である、内燃機関用のプラズマ点火装置の全体を、参照符号10で示す。この装置は、主に以下を備える。

- 駆動及びアナログ及び／又はデジタル制御ユニット20
- 点火コイル30
- スパークプラグ40
- 電圧発生装置、例えばバッテリーB
- エンジン制御装置、すなわちECU（それ自体公知であり図示しない）からの、及び、この装置のための接続50。

30

【0044】

前記駆動及びアナログ及び／又はデジタル制御ユニット20は、実質的に以下を有する。

- 駆動及び制御ユニット21
- 第1ダイオード22
- 第2ダイオード23
- 静止スイッチ（static switch）24
- 抵抗25
- 電圧制御装置28

40

前記点火コイル30は、実質的に以下を有する。

- 第1一次巻線34
- 第2一次巻線35
- 二次巻線36
- コンデンサ37
- 電磁コア38

50

前記スパークプラグ４０は、以下を有する。

- 放電「ギャップ」４１

<主要電気接続>

図１を参照すると、駆動及びアナログ及び／又はデジタル制御ユニット２０は、一方で、双方向のアナログ及び／又はデジタルバス形式の接続５０によって及び適切な電気接続１１によって、それぞれ、エンジン制御装置ＥＣＵ（それ自体公知であり図示しない）及び電圧発生装置Ｂに電氣的に接続され、他方で、電気接続３１、３２及び接地接続２６、２７によって、それぞれ、点火コイル３０及び接地に接続される。

【００４５】

駆動及びアナログ及び／又はデジタル制御ユニット２０への上述の２つの接続３１、３２に加えて、点火コイル３０は、接地接続３３、及び、点火コイル３０とスパークプラグ４０との間の電氣的な連絡のための２つの接続３６．１、３６．２、を有する。

10

【００４６】

内部において、駆動及びアナログ及び／又はデジタル制御ユニット２０は、駆動及び制御ユニット２１を有し、駆動及び制御ユニット２１には、以下の内部部品が電氣的に接続される。即ち、駆動及び制御ユニット２１には、接続要素２１．１及び２１．４によって第１ダイオード２２が、接続要素２１．２によって静止スイッチ２４が、接続要素２１．３によって抵抗２５が、接続される。

【００４７】

内部において、点火コイル３０は、互いに直列に接続された２つの一次巻線３４、３５を有する。更に、この２つの一次巻線３４、３５の組は、接続３５．１によってコンデンサ３７に直列に接続される。さらに、コンデンサ３７は、接続３３によって接地に直列に接続される。上述のように、これら２つの一次巻線３４、３５は、一方で接続３５．１によってコンデンサ３７に接続され、他方で駆動及びアナログ及び／又はデジタル制御ユニット２０と点火コイル３０との電氣的な連絡のための接続３２に接続される。さらに、これら２つの一次巻線３４、３５は、これら２つの巻線間に位置する中央接続３４．１によって接続３１に接続される。

20

【００４８】

磁気コア３８によって、二次巻線３６は、２つの一次巻線３４、３５と磁氣的に連絡するよう設定される。

30

<動作>

本発明の対象である、内燃機関用プラズマ点火装置の動作は、実質的に５つの段階を備える。

【００４９】

第１の段階において、静止スイッチ２４が駆動及び制御ユニット２１により閉じられる。静止スイッチ２４は、例えばバッテリー等の電圧発生装置Ｂを備える回路を介し、接続１１、第１ダイオード２２、接続３１及び接続３４．１を介した第１一次巻線３４、接続３４．２及び接続３２を介した第２ダイオード２３、静止スイッチ２４、及び接地接続２６に向かう抵抗２５を介して、所定の電流レベルに到達するまで（抵抗２５によってアンペアを測定する）、第１一次巻線３４によって点火コイル３０にチャージ（charge）し始める。同時に、第２一次巻線３５に直列に接続された第１一次巻線３４によって誘導される起電力の流れが逆電流を発生し、第２一次巻線３５及び接続３５．１を介して、コンデンサ３７をプラスの電圧に充電する。

40

【００５０】

この回路に流れる電流の値の制御は、記載したように、駆動及び制御ユニット２１が、電流の値に比例した、抵抗２５の電位差を検出することで行われる。駆動及び制御ユニット２１は、所定の電位差に到達するまで抵抗２５を監視する。抵抗２５の電位差が所定の値に到達すると、点火コイル３０に蓄えられたエネルギーが最大となる。

【００５１】

すると、駆動及び制御ユニット２１によって、接続２１．２を介して、静止スイッチ２

50

4が駆動されて開く。静止スイッチ24は電気接点を遮断するので、これによって上述の電流が阻止される。正確には一次巻線34、35の遮断により、過電圧が発生し、電流の変化を妨害する。逆電流がこのように発生し、コンデンサ37をプラス電圧充電状態に設定する。コンデンサ37の充電は、第1一次巻線34に対する第2一次巻線25の巻数に基づく。

【0052】

第2の段階で、静止スイッチ24はまだ開いており、点火コイル30内に蓄えられた、より正確には磁気コア38に蓄えられたエネルギーは、二次巻線36及び接続36.1及び36.2を介して放出され、スパークプラグ40内の放電「ギャップ」41に、例えばマイナスの極性の高電圧が発生する。

10

【0053】

第3段階において、駆動及び制御ユニット21によって、接続21.2により静止スイッチ24が閉じられる。静止スイッチ24により、電気エネルギーは、電圧発生装置B及び接続11、第1ダイオード22、電圧制御素子28、接続31及び接続34.1、第1一次巻線34及び接続34.2、接続32、第2ダイオード23、静止スイッチ24、抵抗25、接地接続26からなる回路を通じて流れる。このように、電流が発生し、一次巻線34を介して流れて、コンデンサ37を放電させ、第2一次巻線35を介して、容量エネルギーに加えて誘導エネルギーが磁気コア38を介して第2二次巻線36に渡され、接続36.1、36.2によって、スパークプラグの放電「ギャップ」41に例えばプラスの極性の高電圧が発生する。

20

【0054】

第4段階において、静止スイッチ24は閉じたままであり、上述の回路を流れる電流の値は減少し、コンデンサ37は第2一次巻線35を介して放電し、第1一次巻線34を流れる電流が増加して、点火コイル30を再チャージする。

【0055】

この動作の間、空気と燃料との混合物は、2つの電気パルス、1つはマイナスの電位であり、1つはプラスの電位であるを受ける。絶縁破壊は、一般的に、動作の第2段階の間に発生した、例えばマイナスのパルスである第1のパルスの間、或いは、第3動作段階の間に発生した、例えばプラスのパルスである第2のパルスの中に起こる。

【0056】

動作の第5段階において、駆動及び制御ユニット21は、ハードウェア及びソフトウェア手段によって、静止スイッチ24を所定の周波数のPWM（パルス幅変調）コマンドで駆動し、静止スイッチ24の閉時間 T_{on} 及び開時間 T_{off} を制御する。この開時間 T_{off} 及び閉時間 T_{on} は、所定のパラメータの分析によって与えられた、また電圧制御素子28及び駆動及び制御ユニット21への接続用の接続21.4、接続31、接続34.1、接続32、第2ダイオード23、静止スイッチ24、抵抗25、及び接地接続26を備えるフィードバックループを監視することで得られたデータを処理する、アルゴリズムを用いて、駆動及び制御ユニット21により決定される。ゼロ電流スイッチングPWM技術によって、駆動及び制御ユニット21は、ハードウェア及びソフトウェア手段によって、静止スイッチ24の開時間及び閉時間並びにスイッチング期間を可変とすることができる。

30

40

【0057】

このスイッチングによって、二次巻線36に高電圧の電位が発生し、プラスの値とマイナスの値とで周期的に振動して、エンジン制御装置ECU（それ自体公知であり図示しない）によって設定された期間、プラズマ条件下で放電「ギャップ」41間に気体混合物を維持可能となる。このような電位の周期的な振動によって、スパークプラグ40の放電「ギャップ」41間に電気のアークが維持され、これによって、二次巻線36に電流が流れることが可能となり、プラズマ状態での気体混合物の膨張が容易となり、結果として火炎面が形成され、これによって燃焼室内に存在する気体混合物の燃焼が引き起こされる。上述のような効果は、雪崩的イオン化効果（avalanche-ionization effect）として知られ

50

ている。

<利点>

本発明は、先に挙げたすべての目的を達成可能である。

【0058】

具体的に、当業者であれば、外部部品の減少に気付くであろう。結果として、電気・磁気収率 (yield) の観点で回路の効率が向上し、占める面積が少なく、より高い信頼性を有し、使用に関して高いレベルの柔軟性をもたらすプラズマ点火装置が実現され、燃焼制御に関して独自のニーズを有する様々な内燃機関での利用に適応する。

【0059】

さらに、動作の第1段階において、第1一次巻線34のみがコイル30の充電に関与することに気付くであろう。このように、従来技術の教示に対して、電圧発生装置Bに対するエネルギーの要求が低い。この特徴により、電圧発生装置Bの耐用年数が増加することになり、運転コストが低くなり、信頼性が向上することとなる。

【0060】

本発明の対象である装置によって、コイル30内にエネルギーをより多く蓄積することが可能となり、より強力なスパークが発生して、エンジンの燃焼室内でより良い燃焼がなされ、結果的に、より良い性能が実現され、汚染物質の排出が減少する。

【0061】

本発明の更なる利点は、高い乱流及び圧力レベルの気体混合物を用いる場面における動作の可能性によってもたらされる。これによって、内燃機関に本装置を備えることが可能となり、従来技術で得られるレベルと比較するとより向上した性能レベルが得られる。

【0062】

さらに、本発明は、電圧発生装置Bが生じさせる、起こり得る電圧ノイズに影響されず、回路の有利な構造によって、このような電圧ノイズの好ましくない影響を除去することができる。

【0063】

さらに、本発明によれば、ゼロ電流スイッチングによる制御を採用したために、静止スイッチ24で生じるチャージロスを減少させることができる。

【0064】

本発明の更なる利点は、フィードバックループの存在であり、これにより、動作の様々な段階と雪崩効果とのマッピングが可能となる。

【0065】

最後に、本発明によれば、点火コイル上に搭載される電気／磁気回路の寸法を50%以上削減でき、その結果、重量、電気損失、及び部品のコストが減少する。更に、電気／磁気部品がコイル上に搭載されるので、更なる電磁遮蔽又はフィルターを設ける必要がない。

【0066】

勿論、本発明の保護の範囲を逸脱することなく、上述の項目に関連して、様々な変種や変形が行われ得る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0067】

【特許文献1】 米国特許出願公開第2010/0319644号明細書

【特許文献2】 国際公開第2012/106807号パンフレット

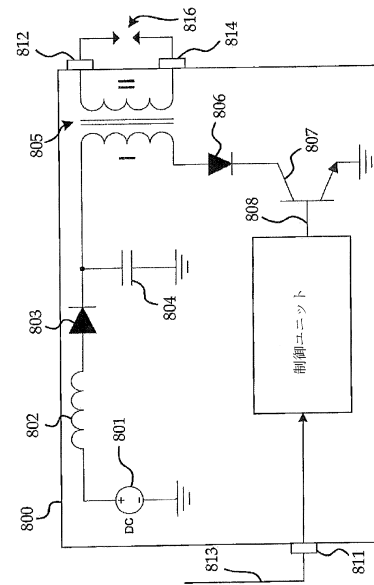
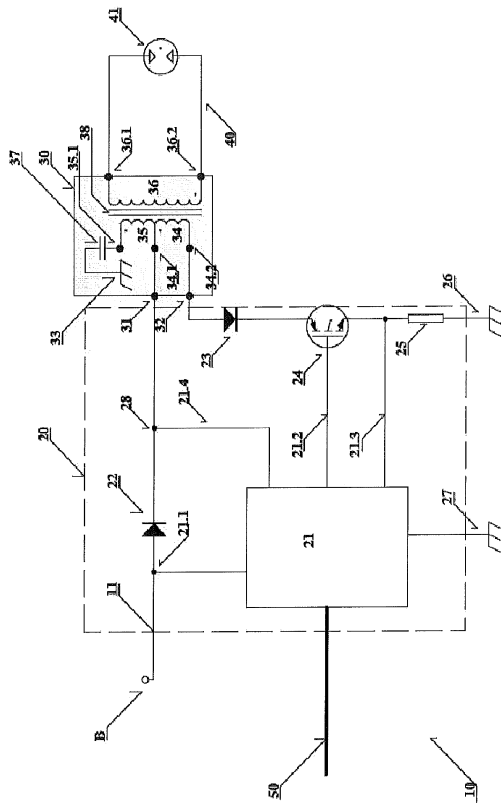
10

20

30

40

【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 P 23/04 B
F 0 2 P 3/045 3 0 3 A

(72)発明者 パスクワーレ フォルテ
イタリア, アイー 5 3 0 2 3 カスティリオーネ ドルチャ (シエーナ), チィ. エッセ. ポデー
レ ペトルーチ 1 3

(72)発明者 ルーカ フランコ ボンファンティ
イタリア, アイー 2 0 8 5 2 ヴिटッラサンタ (モンツァ ブリアンツァ), ヴィア ボナローテ
ィ 1 0

(72)発明者 アメデオ コロンボット
イタリア, アイー 2 2 0 6 3 カントゥ (コモ), ヴィア イクスイクスイヴ マッジョ 6

審査官 齊藤 公志郎

(56)参考文献 特表 2 0 0 3 - 5 1 9 7 3 9 (J P, A)
特公昭 4 9 - 0 0 2 8 1 0 (J P, B 1)
特開昭 6 0 - 0 1 9 9 6 1 (J P, A)
実開昭 5 3 - 1 2 7 0 2 9 (J P, U)
国際公開第 2 0 0 9 / 0 8 8 0 4 5 (W O, A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
F 0 2 P 3 / 0 0 - 1 2