



放電制御部は、一次コイルから接地側への電流の流れを遮断するようイグナイタ部を制御することにより二次コイルに高電圧を生じさせ、点火プラグの電極間で放電が形成されるよう点火プラグを制御する。エネルギー投入制御部は、放電制御部による点火プラグの制御開始後、点火コイルに対し電気エネルギーを投入するようエネルギー投入部を制御する。通常点火制御部は、放電制御部により点火プラグを制御することのみによって、燃焼室の混合気の点火を制御する。特定点火制御部は、放電制御部により点火プラグを制御し、かつ、エネルギー投入制御部によりエネルギー投入部を制御することによって、燃焼室の混合気の点火を制御する。制御部は、エンジンの始動条件が成立した後、第1所定期間が経過するまで特定点火制御部による点火制御を行い、第1所定期間が経過したとき、通常点火制御部による点火制御に切り替える。

明 細 書

発明の名称：制御装置及び制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、制御装置及び制御方法に関し、特に内燃機関の点火装置を制御する制御装置及び制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、内燃機関の点火装置を制御し、燃焼室の混合気の点火を制御する制御装置が知られている。例えば、特許文献１に記載された制御装置では、燃焼室にプラズマを発生させ、混合気の着火性の向上を図っている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１０－１０１１７７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１の制御装置では、内燃機関の始動時、燃焼室にプラズマを発生させることにより、内燃機関の始動直後の低温時等、燃料の微粒化が困難な場合の失火や半燃えを抑制し、内燃機関の停止およびエミッションの悪化を抑制している。しかしながら、特許文献１の制御装置では、燃焼室にプラズマを発生させるのに所定時間待機する必要がある。そのため、内燃機関の始動が遅れるおそれがある。

[0005] 本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、内燃機関始動時の混合気の着火性を向上し、内燃機関を早期に始動させることが可能な制御装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、点火プラグと点火コイルとイグナイタ部とエネルギー投入部とを備える点火装置を制御し、内燃機関の燃焼室の混合気の点火を制御可能な制御装置であって、制御部を備えている。ここで、点火プラグは、内燃機関の

燃焼室に設けられ、放電することにより燃焼室の混合気に点火可能である。点火コイルは、一端が電源側に、他端が接地側に接続され一次電流が流れる一次コイル、および、一端が点火プラグに接続され二次電流が流れる二次コイルを有している。イグナイタ部は、一次コイルの接地側に接続され、一次コイルを流れる電流を許容または遮断可能に設けられている。エネルギー投入部は、点火コイルに対し電気エネルギーを投入可能である。

[0007] 制御部は、放電制御手段、エネルギー投入制御手段、通常点火制御手段および特定点火制御手段を有している。

[0008] 放電制御手段は、一次コイルから接地側への電流の流れを遮断するようイグナイタ部を制御することにより二次コイルに高電圧を生じさせ、点火プラグの電極間で放電が形成されるよう点火プラグを制御する。これにより形成された放電を着火源とし、混合気に点火することができる。

[0009] エネルギー投入制御手段は、放電制御手段による点火プラグの制御開始後、点火コイルに対し、二次電流と同じ極性で重畳的に電気エネルギーを投入するようエネルギー投入部を制御する。これにより、放電制御手段の制御により生じた点火プラグの放電状態を維持することができる。

[0010] 通常点火制御手段は、放電制御手段により点火プラグを制御することのみによって、燃焼室の混合気の点火を制御する。

[0011] 特定点火制御手段は、放電制御手段により点火プラグを制御し、かつ、エネルギー投入制御手段によりエネルギー投入部を制御することによって、燃焼室の混合気の点火を制御する。特定点火制御手段により点火制御を行うとき、エネルギー投入制御手段により点火プラグの放電状態を維持できるため、混合気の着火性を向上することができる。

[0012] 制御部は、内燃機関の始動の条件である始動条件が成立した後、第1の所定期間である第1所定期間が経過するまでエネルギー投入制御手段によるエネルギー投入を行うことで特定点火制御手段による点火制御を行い、第1所定期間が経過したとき、通常点火制御手段による点火制御に切り替える。そのため、内燃機関が始動してから所定期間（第1所定期間）が経過するまで、混

合気の着火性を向上することができる。これにより、内燃機関の始動直後の低温時等、燃料の微粒化が困難な場合であっても、混合気の着火性を向上し、失火や半燃えを抑制することができる。したがって、特に始動直後の内燃機関の停止およびエミッションの悪化を抑制することができる。

[0013] また、本発明では、特定点火制御手段による点火制御を行うにあたり、待機時間は必要ない。そのため、内燃機関を早期に始動させることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の一実施形態による制御装置、および、これを適用したエンジンシステムを示す図。

[図2]本発明の一実施形態による制御装置の回路構成を示す図。

[図3]本発明の一実施形態の制御装置による第1所定期間および第2所定期間の設定の仕方を説明するための図であって、(A)は設定される第1所定期間と電源電圧および水温との関係を示す図、(B)は設定される第2所定期間とエンジン回転数および水温との関係を示す図。

[図4]本発明の一実施形態の制御装置および点火装置の作動例を説明するための図。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施形態による制御装置を図面に基づき説明する。

[0016] 本発明の一実施形態による制御装置を図1、2に示す。制御装置10は、エンジンシステム1に適用され、エンジンシステム1を構成する各部を制御可能である。

[0017] エンジンシステム1は、内燃機関としてのエンジン20、および、点火装置11等を備えている。

[0018] エンジン20は、例えばガソリンを燃料として駆動する予混合燃焼式の4気筒エンジンである。エンジン20は、気筒21、エンジンヘッド22、吸気弁25、排気弁26、ピストン27、クランクシャフト29等を有している。

[0019] 気筒21は筒状に形成されている。本実施形態では、気筒21は、エンジ

ン 20 に 4 つ 形成されている。エンジンヘッド 22 は、気筒 21 の一端を塞ぐよう設けられている。エンジンヘッド 22 には、気筒 21 の内側空間に連通する吸気ポート 23 および排気ポート 24 が形成されている。

[0020] 吸気弁 25 は、吸気ポート 23 と気筒 21 の内側空間との間を開閉可能に設けられている。排気弁 26 は、排気ポート 24 と気筒 21 の内側空間との間を開閉可能に設けられている。

[0021] ピストン 27 は、気筒 21 の内側で軸方向に往復移動可能に設けられている。気筒 21 の内壁とエンジンヘッド 22 とピストン 27 とにより燃焼室 28 が形成されている。燃料と空気とが混合した気体、すなわち、混合気が燃焼室 28 で燃焼すると、燃焼室 28 の容積が増大しピストン 27 がエンジンヘッド 22 とは反対側へ移動する。なお、燃焼室 28 で混合気が燃焼するとき、燃焼ガスが生じる。

[0022] クランクシャフト 29 は、ピストン 27 の往復移動により回転可能に設けられている。燃焼室 28 で燃料が燃焼し、気筒 21 内でピストン 27 が往復移動すると、クランクシャフト 29 が回転し、クランクシャフト 29 からトルクが出力される。クランクシャフト 29 から出力されるトルクは、図示しない車両の車輪に伝達される。これにより、車両が走行する。

[0023] エンジンヘッド 22 の吸気ポート 23 には、吸気管 31 が接続されている。吸気管 31 の内側には、吸気通路 32 が形成されている。吸気通路 32 は、一端が大気開放され、他端が吸気ポート 23 に接続している。これにより、大気（空気）は、吸気通路 32 および吸気ポート 23 を経由して燃焼室 28 に供給される。以下、適宜、大気側からエンジン 20 の燃焼室 28 に供給される空気を吸気という。

[0024] 吸気通路 32 には、スロットル弁 2 が設けられている。スロットル弁 2 は、アクチュエータ 3 により回転駆動されることで、吸気通路 32 を開閉可能である。すなわち、スロットル弁 2 は、吸気通路 32 を開閉することにより、燃焼室 28 に供給する吸気の変量を変更可能である。

[0025] 吸気管 31 のエンジンヘッド 22 近傍には、燃料噴射弁 4 が設けられてい

る。燃料噴射弁４は、燃料を吸気ポート２３に噴射可能である。これにより、燃料と吸気（空気）との混合気が燃焼室２８に供給される。燃料噴射弁４は、噴孔の開閉を制御されることにより、噴射する燃料の量を変更可能である。すなわち、燃料噴射弁４は、燃焼室２８に供給する燃料の量を変更可能である。

[0026] エンジンヘッド２２の排気ポート２４には、排気管３３が接続されている。排気管３３の内側には、排気通路３４が形成されている。排気通路３４は、一端が排気ポート２４に接続し、他端が大気開放されている。これにより、燃焼室２８で生じた燃焼ガスを含む空気は、排気ポート２４および排気通路３４を経由して大気側に排出される。以下、適宜、エンジン２０の燃焼室２８から排出される、燃焼ガスを含む空気を排気という。本実施形態では、排気通路３４に三元触媒３５が設けられている。三元触媒３５は、排気中の炭化水素、一酸化炭素および窒素酸化物を酸化または還元することにより、大気側に排出される排気を浄化する。

[0027] 本実施形態では、エンジンシステム１は、吸気管３１と排気管３３とを接続するＥＧＲ管３６を有している。ＥＧＲ管３６の内側には、ＥＧＲ通路３７が形成されている。ＥＧＲ通路３７は、排気通路３４と吸気通路３２とを連通している。これにより、排気通路３４の排気は、ＥＧＲ通路３７を経由して吸気通路３２に還流可能である。

[0028] ＥＧＲ管３６には、ＥＧＲ弁装置５が設けられている。ＥＧＲ弁装置５は、図示しないＥＧＲ弁によりＥＧＲ通路３７を開閉可能である。すなわち、ＥＧＲ弁装置５は、ＥＧＲ通路３７を開閉することにより、排気通路３４から吸気通路３２に還流される排気の量を変更可能である。

[0029] ここで、ＥＧＲ管３６およびＥＧＲ弁装置５は、エンジン２０の燃焼室２８から排出された排気を吸気とともに燃焼室２８に再び供給する排気再循環（ＥＧＲ：Exhaust Gas Recirculation）システムを構成している。排気を吸気とともに燃焼室２８に再び供給することにより、大気に排出される排気中の窒素酸化物の低減、および、燃費の向上等を図ることができる。

- [0030] 点火装置 11 は、燃焼室 28 に導入された混合気に点火するために設けられている。図 2 に示すように、点火装置 11 は、点火プラグ 40、点火コイル 50、イグナイタ部 60、エネルギー投入部 70 等を備えている。
- [0031] 点火プラグ 40 は、4 つの気筒 21 のそれぞれに対応するよう 4 つ設けられている。点火プラグ 40 は、放電部 41 を有している。放電部 41 は、中心電極 42 および接地電極 43 を有している。中心電極 42 と接地電極 43 とは、間に所定のギャップを形成している。点火プラグ 40 は、放電部 41 が燃焼室 28 に露出するようエンジンヘッド 22 に設けられている（図 1 参照）。接地電極 43 は、エンジンヘッド 22 に電氣的に接続されている。すなわち、接地電極 43 は接地されている。点火プラグ 40 は、印加される電圧により放電部 41 の中心電極 42 と接地電極 43 との間で放電し、燃焼室 28 の混合気に点火可能である。
- [0032] 点火コイル 50 は、4 つの点火プラグ 40（気筒 21）のそれぞれに対応するよう 4 つ設けられている。点火コイル 50 は、一端が点火プラグ 40 の放電部 41 とは反対側に接続するようエンジンヘッド 22 に設けられている（図 1 参照）。点火コイル 50 は、一次コイル 51、二次コイル 52、コア 53 およびダイオード 54 を有している（図 2 参照）。
- [0033] 一次コイル 51 は、例えば銅線をコア 53 に所定回数巻くことにより形成され、一端が電源 12 の正極に接続されている。電源 12 は、正極から十数 V 程度の電圧を出力可能な低圧バッテリーであり、負極が接地（ボディアース）されている。一次コイル 51 は、他端が接地される側である。
- [0034] 二次コイル 52 は、例えば銅線をコア 53 に所定回数巻くことにより形成され、一端が点火プラグ 40 の中心電極 42 に接続され、他端がダイオードなどを介して接地されている。ここで、二次コイル 52 の巻回数は、一次コイル 51 よりも多くなるよう設定されている。
- [0035] コア 53 は、例えば鉄等、透磁率が所定値以上の材料により形成されている。
- [0036] ダイオード 54 は、二次コイル 52 に対し点火プラグ 40 とは反対側に設

けられている。ダイオード54は、アノード側が二次コイル52に接続し、カソード側が接地側となるよう設けられている。これにより、二次コイル52からダイオード54を経由した接地側への電流の流れは許容され、接地側からダイオード54を経由した二次コイル52側への電流の流れは遮断されている。

[0037] イグナイタ部60は、4つの点火コイル50（気筒21）のそれぞれに対応するよう4つ設けられている。イグナイタ部60は、点火コイル50の一次コイル51に対し電源12とは反対側に設けられている（図2参照）。イグナイタ部60は、スイッチング素子61およびダイオード62を有している。

[0038] スwitchング素子61は、本実施形態では、例えばIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor：絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）である。スイッチング素子61は、コレクタが一次コイル51に接続され、エミッタが接地されるようにして設けられている。スイッチング素子61は、ゲートに入力される信号に基づき、オン状態またはオフ状態になるようスイッチング作動する。スイッチング素子61は、オン状態のとき、一次コイル51からスイッチング素子61を経由した接地側への電流の流れを許容し、オフ状態のとき、一次コイル51からスイッチング素子61を経由した接地側への電流の流れを遮断する。

[0039] ダイオード62は、アノード側がスイッチング素子61のエミッタに接続、すなわち、接地されている。ダイオード62は、カソード側がスイッチング素子61のコレクタに接続、すなわち、一次コイル51に接続されている。これにより、接地側からダイオード62を経由した一次コイル51側への電流の流れは許容され、一次コイル51側からダイオード62を経由した接地側への電流の流れは遮断されている。

[0040] イグナイタ部60のスイッチング素子61がオン状態のとき、電源12からの電流は、点火コイル50の一次コイル51およびスイッチング素子61を経由して接地側へ流れる。このとき、コア53は磁化し磁気エネルギーが蓄

えられ、周囲に磁界が形成される。一次コイル 5 1 を電流が流れているとき、スイッチング素子 6 1 がオフ状態になると、一次コイル 5 1 から接地側への電流の流れが遮断され、コア 5 3 の周囲の磁界が変化し、自己誘導作用により一次コイル 5 1 に数百 V 程度の電圧が生じる。このとき、磁気回路および磁束を共有する二次コイル 5 2 にも数十 k V 程度の高電圧が生じる。このとき、二次コイル 5 2 に生じる電圧は、一次コイル 5 1 と二次コイル 5 2 の巻回数に比例した大きさとなる。二次コイル 5 2 に高電圧が生じると、点火プラグ 4 0 の中心電極 4 2 と接地電極 4 3 との電位差が所定値以上になる。その結果、中心電極 4 2 と接地電極 4 3 との間で絶縁破壊が生じ、点火プラグ 4 0 は、中心電極 4 2 と接地電極 4 3 との間で放電する。

[0041] 以下、適宜、一次コイル 5 1 に流れる電流を一次電流 I_1 、二次コイル 5 2 に流れる電流を二次電流 I_2 、二次コイル 5 2 の電圧を二次電圧 V_2 という。また、電源 1 2 側からイグナイタ部 6 0 側へ向かう方向を一次電流 I_1 の正方向とし、ダイオード 5 4 側から点火プラグ 4 0 側へ向かう方向を二次電流 I_2 の正方向とする。また、二次コイル 5 2 に正方向の二次電流 I_2 が流れるときの二次電圧 V_2 を正の電圧とする。

[0042] 本実施形態では、点火プラグ 4 0 が放電するとき、二次電圧 V_2 は負の電圧であり、放電時には、二次コイル 5 2 に負方向の二次電流 I_2 が流れる。

[0043] エネルギー投入部 7 0 は、本実施形態では、4 つの点火コイル 5 0 に対し 1 つ設けられている。エネルギー投入部 7 0 は、電源 1 2 とイグナイタ部 6 0 との間に一次コイル 5 1 と並列に設けられている（図 2 参照）。エネルギー投入部 7 0 は、コイル 7 1、スイッチング素子 7 2、7 3、ダイオード 7 4、7 5、コンデンサ 7 6、ドライバ回路 7 7、7 8 を有している。

[0044] コイル 7 1 は、例えば銅線を所定回数巻くことにより形成され、一端が電源 1 2 と一次コイル 5 1 との間に接続するよう設けられている。

[0045] スwitching素子 7 2、7 3 は、本実施形態では、電界効果トランジスタの一種の MOSFET (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor) である。スイッチング素子 7 2 は、ドレインがコイル 7 1 の他端に接

続され、ソースが接地されるようにして設けられている。スイッチング素子 73 は、ドレインがコイル 71 とスイッチング素子 72 との間に接続し、ソースが点火コイル 50 の一次コイル 51 とイグナイタ部 60 との間に接続するように設けられている。本実施形態では、スイッチング素子 73 は、4 つの点火コイル 50（気筒 21）のそれぞれに対応し 4 つ設けられているが、これに限らない。

[0046] スwitching素子 72、73 は、ゲートに入力される信号に基づき、オン状態またはオフ状態になるようスイッチング作動する。スイッチング素子 72 は、オン状態のとき、コイル 71 からスイッチング素子 72 を経由した接地側への電流の流れを許容し、オフ状態のとき、コイル 71 からスイッチング素子 72 を経由した接地側への電流の流れを遮断する。スイッチング素子 73 は、オン状態のとき、コイル 71 およびスイッチング素子 72 側からスイッチング素子 73 を経由した一次コイル 51 およびイグナイタ部 60 側への電流の流れを許容し、オフ状態のとき、コイル 71 およびスイッチング素子 72 側からスイッチング素子 73 を経由した一次コイル 51 およびイグナイタ部 60 側への電流の流れを遮断する。

[0047] ダイオード 74 は、アノード側がコイル 71 とスイッチング素子 72 との間に接続し、カソード側がスイッチング素子 73 のドレインに接続するように設けられている。これにより、コイル 71 およびスイッチング素子 72 側からダイオード 74 を経由したスイッチング素子 73 側への電流の流れは許容され、スイッチング素子 73 側からダイオード 74 を経由したコイル 71 およびスイッチング素子 72 側への電流の流れは遮断されている。

[0048] ダイオード 75 は、アノード側がスイッチング素子 73 のソースに接続し、カソード側が一次コイル 51 とイグナイタ部 60 との間に接続するように設けられている。これにより、スイッチング素子 73 側からダイオード 75 を経由した一次コイル 51 およびイグナイタ部 60 側への電流の流れは許容され、一次コイル 51 およびイグナイタ部 60 側からダイオード 75 を経由したスイッチング素子 73 側への電流の流れは遮断されている。本実施形態で

は、ダイオード 75 は、4 つのスイッチング素子 73 のそれぞれに対応し 4 つ設けられている。

[0049] コンデンサ 76 は、一端がダイオード 74 とスイッチング素子 73 との間に接続され、他端が接地されるよう設けられている。

[0050] ドライバ回路 77 は、入力される信号に基づき、スイッチング素子 72 のスイッチング作動に関するスイッチング信号 SWc を生成し、生成したスイッチング信号 SWc をスイッチング素子 72 のゲートに出力する。ここで、スイッチング信号 SWc は、オフ (Lo) またはオン (Hi) を示す信号である。スイッチング信号 SWc がオフのとき、スイッチング素子 72 はオフ状態になり、スイッチング信号 SWc がオンのとき、スイッチング素子 72 はオン状態になる。このように、スイッチング素子 72 は、ドライバ回路 77 から入力されるスイッチング信号 SWc に基づき、スイッチング作動する。

[0051] ドライバ回路 78 は、入力される信号に基づき、スイッチング素子 73 のスイッチング作動に関するスイッチング信号 SWd を生成し、生成したスイッチング信号 SWd をスイッチング素子 73 のゲートに出力する。ここで、スイッチング信号 SWd は、オフ (Lo) またはオン (Hi) を示す信号である。スイッチング信号 SWd がオフのとき、スイッチング素子 73 はオフ状態になり、スイッチング信号 SWd がオンのとき、スイッチング素子 73 はオン状態になる。このように、スイッチング素子 73 は、ドライバ回路 78 から入力されるスイッチング信号 SWd に基づき、スイッチング作動する。本実施形態ではドライバ回路 78 は、4 つのスイッチング素子 73 のそれぞれに対応し 4 つ設けられている。

[0052] スwitchング素子 73 がオフ状態でスイッチング素子 72 がオン状態のとき、電源 12 からの電流は、コイル 71 およびスイッチング素子 72 を経由して接地側へ流れる。このとき、コイル 71 には磁気エネルギーが蓄えられる。コイル 71 を電流が流れているとき、スイッチング素子 72 がオフ状態になると、コイル 71 から接地側への電流の流れが遮断される。これにより、

コイル 7 1 から電気エネルギーが放出され、ダイオード 7 4 を経由してコンデンサ 7 6 に電気エネルギーが供給される。

[0053] そのため、スイッチング素子 7 3 がオフ状態でスイッチング素子 7 2 がオン状態またはオフ状態を交互に繰り返すようスイッチング作動すると、コイル 7 1 からコンデンサ 7 6 に電気エネルギーが徐々に蓄積される。このとき、コンデンサ 7 6 の一端側の電圧 V_{dc} は、徐々に高くなる。コンデンサ 7 6 に電気エネルギーが蓄積された状態、かつ、イグナイタ部 6 0 のスイッチング素子 6 1 がオフ状態で、スイッチング素子 7 3 がオン状態になると、コンデンサ 7 6 の電気エネルギーがスイッチング素子 7 3 およびダイオード 7 5 を経由して、対応する点火コイル 5 0 の一次コイル 5 1 に供給（投入）される。このように、エネルギー投入部 7 0 は、電源 1 2 からの電気エネルギーをコンデンサ 7 6 に蓄積し、点火コイル 5 0 に対し投入可能である。

[0054] 本実施形態では、エネルギー投入部 7 0 は、点火プラグ 4 0 が放電するときに二次コイル 5 2 に流れる二次電流 I_2 の極性と同じ、すなわち、負方向の二次電流 I_2 が重畳されるよう、点火コイル 5 0 に対し電気エネルギーを投入する。

[0055] 本実施形態では、上述したイグナイタ部 6 0 およびエネルギー投入部 7 0 は、点火回路ユニット 1 3 の筐体に収容されている（図 2 参照）。

[0056] 図 2 に示すように、制御装置 1 0 は、制御部 8 1、電流検出回路 9 1 等を備えている。

[0057] 制御部 8 1 は、本実施形態では、電子制御ユニット（以下、「ECU」という）8 0 の筐体に収容されている。

[0058] 制御部 8 1 は、例えばマイコンであり、演算手段としての CPU、記憶手段としての ROM、RAM、時間計測手段としてのタイマ、入出力手段としての I/O 等を有している。制御部 8 1 は、車両の各部に設けられたセンサからの信号等に基づき、ROM に格納されたプログラムに従い演算を行い、車両の各部の装置および機器の作動を制御することで、車両を統合的に制御可能である。

- [0059] 図1に示すように、本実施形態では、吸気管31のスロットル弁2の近傍にスロットル開度センサ6が設けられている。スロットル開度センサ6は、吸気通路32におけるスロットル弁2の開度を検出し、検出した開度に相関する信号を制御部81に出力する。これにより、制御部81は、スロットル弁2の開度を検出することができる。
- [0060] また、吸気管31のスロットル弁2に対しエンジン20とは反対側にエアフローメータ7が設けられている。エアフローメータ7は、吸気通路32を流れる吸気量、すなわち、エンジン20の燃焼室28に供給される吸気量を検出し、検出した吸気量に相関する信号を制御部81に出力する。これにより、制御部81は、燃焼室28に供給される吸気量を検出することができる。
- [0061] また、吸気管31のスロットル弁2とエンジン20との間のサージタンクに吸気圧センサ8が設けられている。吸気圧センサ8は、吸気通路32を流れる吸気の圧力（吸気圧）を検出し、検出した圧力に相関する信号を制御部81に出力する。これにより、制御部81は、吸気圧を検出することができる。
- [0062] また、エンジンヘッド22のカムシャフトの近傍にカムポジションセンサ9が設けられている。カムポジションセンサ9は、排気弁26または吸気弁25を開閉駆動するカムシャフトの回転位置を検出し、検出した回転位置に相関する信号を制御部81に出力する。これにより、制御部81は、カムシャフトの回転位置を検出することができる。そのため、制御部81は、カム角度の算出、および、気筒判別等を行うことができる。
- [0063] また、エンジン20には、クランクシャフト29の近傍にクランクポジションセンサ14が設けられている。クランクポジションセンサ14は、クランクシャフト29の回転位置を検出し、検出した回転位置に相関する信号を制御部81に出力する。これにより、制御部81は、クランクシャフト29の回転位置を検出することができる。そのため、制御部81は、クランク角の算出、および、クランクシャフト29の回転数、すなわち、エンジン20

の回転数の算出等を行うことができる。

- [0064] また、エンジン 20 には、気筒 21 に水温センサ 15 が設けられている。水温センサ 15 は、気筒 21 を冷却する冷却水の温度（水温）を検出し、検出した温度に相関する信号を制御部 81 に出力する。これにより、制御部 81 は、冷却水の温度を検出することができる。
- [0065] また、排気管 33 のエンジン 20 と三元触媒 35 との間に A/F センサ 16 が設けられている。A/F センサ 16 は、排気通路 34 を流れる排気中の酸素濃度と未燃焼ガス濃度とから、エンジン 20 内の空燃比を検出し、検出した空燃比に相関する信号を制御部 81 に出力する。これにより、制御部 81 は、エンジン 20 内の空燃比を検出することができる。
- [0066] また、排気管 33 の三元触媒 35 に対しエンジン 20 とは反対側に O₂ センサ 17 が設けられている。O₂ センサ 17 は、大気中の酸素濃度と排気通路 34 を流れる排気中の酸素濃度との差で発生する起電力から、エンジン 20 内の空燃比が理論空燃比（ストイキオメトリ）に対し濃い（リッチ）状態か薄い（リーン）状態かを検出し、検出した状態に対応する信号（リッチ信号またはリーン信号）を制御部 81 に出力する。これにより、制御部 81 は、エンジン 20 内の空燃比が理論空燃比に対し濃い状態か薄い状態かを検出することができる。
- [0067] また、電源 12 には、電圧センサ 18 が設けられている。電圧センサ 18 は、電源 12 の電圧を検出し、検出した電圧に相関する信号を制御部 81 に出力する。これにより、制御部 81 は、電源 12 の電圧を検出することができる。
- [0068] なお、EGR 弁装置 5 は、EGR 通路 37 における EGR 弁の開度に相関する信号を制御部 81 に出力する。これにより、制御部 81 は、EGR 弁の開度を検出することができる。
- [0069] 制御部 81 は、上述した各種センサからの信号等に基づき、点火プラグ 40 および点火コイル 50 を含む点火装置 11、スロットル弁 2 のアクチュエータ 3、燃料噴射弁 4、および、EGR 弁装置 5 等の作動を制御することで

、エンジン 20 の運転を制御することができる。

[0070] 電流検出回路 91 は、本実施形態では、点火回路ユニット 13 の筐体に収容されている（図 2 参照）。点火回路ユニット 13 には、抵抗 92 が設けられている。抵抗 92 は、一端が点火コイル 50 のダイオード 54 のカソード側に接続し、他端が接地されるよう設けられている。電流検出回路 91 は、ダイオード 54 と抵抗 92 との間に接続するよう設けられている。これにより、電流検出回路 91 は、ダイオード 54 から接地側に流れる電流、すなわち、二次コイル 52 を流れる二次電流 I2 を検出することができる。

[0071] 次に、制御部 81 による点火装置 11 の制御、および、燃焼室 28 の混合気の点火制御について説明する。

[0072] 制御部 81 は、一次コイル 51 から接地側への電流の流れを遮断するようイグナイタ部 60 を制御することにより二次コイル 52 に高電圧を生じさせ、点火プラグ 40 が放電するよう点火プラグ 40 を制御する。具体的には、制御部 81 は、点火信号 Igt をイグナイタ部 60 のスイッチング素子 61 のゲートに出力することにより、点火プラグ 40 を制御する。ここで、点火信号 Igt は、オフ（Lo）またはオン（Hi）を示す信号である。点火信号 Igt がオフのとき、スイッチング素子 61 はオフ状態になり、一次コイル 51 からスイッチング素子 61 を経由した接地側への電流（一次電流 I1）の流れは遮断される。一方、点火信号 Igt がオンのとき、スイッチング素子 61 はオン状態になり、一次コイル 51 からスイッチング素子 61 を経由した接地側への電流の流れは許容される。

[0073] 点火信号 Igt がオンからオフに変化すると、一次コイル 51 を流れていた一次電流 I1 の流れが遮断され、二次コイル 52 に高電圧が生じる。これにより、点火プラグ 40 は、放電部 41 の中心電極 42 と接地電極 43 との間で放電する。その結果、燃焼室 28 の混合気に火がつく（着火する）。

[0074] このように、制御部 81 は、点火信号 Igt を生成しイグナイタ部 60 のスイッチング素子 61 に出力することにより、点火信号 Igt のオンからオフへの立ち下りのタイミングで点火プラグ 40 が放電するよう点火プラグ 4

0を制御可能である。本実施形態では、制御部81は、上記の制御を行う放電制御部82（放電制御手段に対応する。）を有する。なお、点火信号I_{Gt}がオンからオフに立ち下がるタイミングを、放電制御部82による点火プラグ40の制御開始時（制御期間の始期）とする。

[0075] また、制御部81は、放電制御部82による点火プラグ40の制御開始後、点火コイル50に対し電気エネルギーを投入するようエネルギー投入部70を制御する。具体的には、制御部81は、エネルギー投入期間信号I_{Gw}をドライバ回路78に出力することによりスイッチング素子73を制御することでエネルギー投入部70を制御する。ここで、エネルギー投入期間信号I_{Gw}は、オフ（L_o）またはオン（H_i）を示す信号である。エネルギー投入期間信号I_{Gw}は、点火信号I_{Gt}がオンからオフに立ち下がった後、すなわち、放電制御部82による点火プラグ40の制御開始後、オフからオンに立ち上がるよう生成される。

[0076] ドライバ回路78は、エネルギー投入期間信号I_{Gw}がオンの期間、スイッチング信号S_{Wd}をスイッチング素子73のゲートに出力する。これにより、スイッチング素子73は、エネルギー投入期間信号I_{Gw}がオンの期間、オン状態またはオフ状態になるようスイッチング作動する。

[0077] スwitchング素子73がオン状態のとき、コンデンサ76に蓄積されていた電気エネルギーがスイッチング素子73およびダイオード75を経由して点火コイル50の一次コイル51の接地側に投入される。本実施形態では、制御部81は、上記の制御を行うエネルギー投入制御部83（エネルギー投入制御手段に対応する。）を有する。

[0078] エネルギー投入制御部83によりエネルギー投入部70を制御し、点火コイル50の一次コイル51の接地側に電気エネルギーを投入すると、点火コイル50の二次コイル52に誘導電流が生じる。この誘導電流は、放電制御部82の制御により生じた点火プラグ40の放電状態を維持可能な電気エネルギーに対応する。すなわち、エネルギー投入部70は、点火プラグ40に対し電気エネルギーを投入すると考えることもできる。

[0079] 本実施形態では、エネルギー投入制御部 83 は、電流検出回路 91 により検出される二次電流 I_2 の値をフィードバックすることにより、所定の電流値である電流狙い値 I_{Ga} に対応する電流が二次コイル 52 を流れるよう、例えばスイッチング信号 SW_d のデューティ比（スイッチング周期に対するオン期間の割合）等を制御することによりエネルギー投入部 70 を制御する。これにより、エネルギー投入部 70 が点火コイル 50 に電気エネルギーを投入する期間、二次コイル 52 には、概ね電流狙い値 I_{Ga} に対応する二次電流 I_2 が流れる。

[0080] なお、制御部 81 は、エネルギー投入制御部 83 により点火コイル 50 に電気エネルギーを投入するのに先立ち、ドライバ回路 77 を経由してスイッチング素子 72 を制御することにより、コンデンサ 76 に電気エネルギーを蓄積する。具体的には、ドライバ回路 77 は、エネルギー投入期間信号 I_{Gw} がオンになる前の、例えば点火信号 I_{Gt} がオンの期間等、スイッチング信号 SW_c をスイッチング素子 72 のゲートに出力する。これにより、スイッチング素子 72 は、例えば点火信号 I_{Gt} がオンの期間、オン状態またはオフ状態になるようスイッチング作動する。その結果、コンデンサ 76 に電気エネルギーが蓄積される。

[0081] 本実施形態では、制御部 81 は、放電制御部 82 により点火プラグ 40 を制御することのみによって、燃焼室 28 の混合気の点火を制御する通常点火制御部 84（通常点火制御手段に対応する。）を有している。通常点火制御部 84 による混合気の点火制御では、エネルギー投入部 70 による点火コイル 50 に対する電気エネルギーの投入は行われないため、点火プラグ 40 の放電は比較的短時間で終了する。よって、通常点火制御部 84 による混合気の点火制御は、燃焼室 28 の混合気に火がつき（着火し）易い状況の場合に適している。

[0082] また、制御部 81 は、放電制御部 82 により点火プラグ 40 を制御し、かつ、エネルギー投入制御部 83 によりエネルギー投入部 70 を制御することによって、燃焼室 28 の混合気の点火を制御する特定点火制御部 85（特定点火

制御手段に対応する。)を有している。特定点火制御部85による混合気の点火制御では、エネルギー投入部70による点火コイル50に対する電気エネルギーの投入が行われるため、点火プラグ40の放電は比較的長時間持続する。よって、特定点火制御部85による混合気の点火制御は、燃焼室28の混合気に火がつき(着火し)難い状況の場合に適している。

[0083] 本実施形態では、制御部81は、例えば、車両の運転者からエンジン始動要求があったとき、車両に搭載された機器等からエンジン始動要求があったとき、または、アイドリングストップ後のエンジン再始動要求があったとき等、エンジン20の始動の条件である始動条件が成立した後、第1の所定期間である第1所定期間 T_{p1} が経過するまで特定点火制御部85による点火制御(エネルギー投入制御を含む)を行い、第1所定期間 T_{p1} が経過したとき、通常点火制御部84による点火制御に切り替える。

[0084] また、エネルギー投入制御部83は、特定点火制御部85による点火制御において、放電制御部82による点火プラグ40の制御開始後、第2の所定期間である第2所定期間 T_{p2} 、点火コイル50に対し電気エネルギーを投入するようエネルギー投入部70を制御する。

[0085] 次に、制御部81による第1所定期間 T_{p1} および第2所定期間 T_{p2} の設定の仕方について、図3に基づき説明する。

[0086] 制御部81は、例えばエンジン20の始動条件が成立したとき水温センサ15により検出した冷却水の温度(水温)と電圧センサ18により検出した電源12の電圧(電源電圧)とに基づき、第1所定期間 T_{p1} を設定する。制御部81は、例えば、検出した水温が低く電源電圧が高い場合ほど第1所定期間 T_{p1} を長い期間に設定し、検出した水温が高く電源電圧が低い場合ほど第1所定期間 T_{p1} を短い期間に設定する(図3(A)参照)。

[0087] 制御部81は、例えばエンジン20の始動条件が成立したとき水温センサ15により検出した冷却水の温度(水温)とクランクポジションセンサ14により検出したクランクシャフト29の回転位置に基づき算出したエンジン20の回転数(エンジン回転数)とに基づき、第2所定期間 T_{p2} を設定す

る。制御部 81 は、例えば、検出した水温が低く、算出したエンジン回転数が低い場合ほど第 2 所定期間 T_{p2} を長い期間に設定し、検出した水温が高く、算出したエンジン回転数が高い場合ほど第 2 所定期間 T_{p2} を短い期間に設定する（図 3（B）参照）。

[0088] 本実施形態では、上述のように制御部 81 が第 1 所定期間 T_{p1} および第 2 所定期間 T_{p2} を設定することにより、水温が低く電源電圧が高い場合ほどエンジン始動時の特定点火制御部 85 による点火制御の期間（第 1 所定期間 T_{p1} ）が長くなり、水温が低くエンジン回転数が低い場合ほどエネルギー投入制御部 83 による点火コイル 50 に対する電気エネルギーの投入期間（第 2 所定値 T_{p2} 、エネルギー投入期間信号 I_{Gw} のオン期間）が長くなる。

[0089] 次に、制御装置 10、および、制御装置 10 により制御される点火装置 11 の作動例を

図 4 に基づき説明する。

[0090] 時刻 t_1 でイグニッションキーがオンされると、エネルギー投入部 70 のドライバ回路 77 は、オンまたはオフに変化するスイッチング信号 SW_c をスイッチング素子 72 に出力する。そのため、スイッチング素子 72 は、オン状態またはオフ状態になるようスイッチング作動する。これにより、コンデンサ 76 に電気エネルギーが蓄積される。ドライバ回路 77 が時刻 $t_1 \sim 3$ の期間、オンまたはオフに変化するスイッチング信号 SW_c をスイッチング素子 72 に出力すると、コンデンサ 76 の一端側の電圧 V_{dc} は、上昇する。

[0091] 時刻 t_2 でエンジン 20 の始動条件が成立すると、制御部 81 は、このときの水温と電源電圧とに基づき第 1 所定期間 T_{p1} を設定し、このときの水温とエンジン回転数とに基づき第 2 所定期間 T_{p2} を設定する。具体的には、制御部 81 は、タイマ値 T_{im} を、 T_{p1} に対応する値にセットする。時刻 t_2 以降、制御部 81 は、タイマ値 T_{im} の値を単位時間毎に減算する。なお、制御部 81 は、タイマ値 T_{im} が 0 より大きい場合、特定点火制御部 85 による点火制御を行う。よって、制御部 81 は、タイマ値 T_{im} が 0 になるまで、すなわち、時刻 t_2 から第 1 所定期間 T_{p1} が経過するまで、特

定点火制御部 8 5 による点火制御を行う。

[0092] 時刻 t_4 で制御部 8 1 が点火コイル 5 0 の一次コイル 5 1 への通電を開始すべきと判断すると、点火信号 I_{Gt} がオンになる。これにより、一次コイル 5 1 への通電（一次電流 I_1 ）が開始される。

[0093] 時刻 t_5 で制御部 8 1 が混合気に点火すべきタイミングであると判断すると、点火信号 I_{Gt} がオフになる。これにより、二次コイル 5 2 には負の電圧である二次電圧 V_2 が生じ、二次電圧 V_2 の絶対値が所定値以上になり、点火プラグ 4 0 は、放電部 4 1 の中心電極 4 2 と接地電極 4 3 との間で放電する。これにより、燃焼室 2 8 の混合気に火がつく（着火する）。このとき、二次コイル 5 2 には負方向の二次電流 I_2 が流れ、二次電流 I_2 の絶対値は、所定値以上になる。なお、時刻 t_5 で点火プラグ 4 0 が放電すると、これに伴い、二次電圧 V_2 の絶対値は、速やかに所定値以下になる。また、点火プラグ 4 0 の放電に伴い、時刻 $t_5 \sim 6$ の期間、二次電流 I_2 の絶対値は、徐々に小さくなる。

[0094] 時刻 t_6 で制御部 8 1 がエネルギー投入期間信号 I_{Gw} をオンにすると、エネルギー投入部 7 0 のドライバ回路 7 8 は、オンまたはオフに変化するスイッチング信号 SW_d をスイッチング素子 7 3 に出力する。これにより、エネルギー投入部 7 0 から点火コイル 5 0 に対する電気エネルギーの投入が開始される。スイッチング素子 7 3 は、エネルギー投入期間信号 I_{Gw} がオンの期間（時刻 $t_6 \sim 7$ 、第 2 所定期間 T_{p2} ）、オン状態またはオフ状態になるようスイッチング作動する。そのため、時刻 $t_6 \sim 7$ の期間、エネルギー投入部 7 0 から点火コイル 5 0 に対し電気エネルギーが投入される。これにより、点火プラグ 4 0 が放電するときに二次コイル 5 2 に流れる二次電流 I_2 の極性と同じ、すなわち、負方向の二次電流 I_2 が重畳される。その結果、時刻 t_5 で生じた点火プラグ 4 0 の放電状態が維持される。なお、このとき（時刻 $t_6 \sim 7$ ）、コンデンサ 7 6 の一端側の電圧 V_{dc} は、低下する。

[0095] 時刻 t_7 で点火コイル 5 0 に対する電気エネルギーの投入が停止すると、点火プラグ 4 0 の放電が停止する（放電状態が解消する）。

- [0096] 本実施形態では、エネルギー投入制御部 83 が、電流検出回路 91 により検出される二次電流 I_2 の値をフィードバックすることにより、電流狙い値 I_{Ga} に対応する電流が二次コイル 52 を流れるようエネルギー投入部 70 を制御するため、図 4 に示すように、エネルギー投入期間信号 I_{Gw} がオンの期間（時刻 $t_6 \sim t_7$ ）、二次コイル 52 には、概ね電流狙い値 I_{Ga} に対応する二次電流 I_2 （平均値が I_{Ga} ）が流れる。
- [0097] 時刻 t_8 で制御部 81 が点火コイル 50 の一次コイル 51 への通電を開始すべきと判断すると、点火信号 I_{Gt} がオンになる。これにより、一次コイル 51 への通電（一次電流 I_1 ）が開始される。また、エネルギー投入部 70 のドライバ回路 77 は、点火信号 I_{Gt} がオンの期間（時刻 $t_8 \sim t_9$ ）、オンまたはオフに変化するスイッチング信号 SW_c をスイッチング素子 72 に出力する。これにより、時刻 $t_8 \sim t_9$ の期間、コンデンサ 76 に電気エネルギーが蓄積される。
- [0098] 時刻 $t_{10} \sim t_{11}$ の期間、時刻 $t_{14} \sim t_{15}$ の期間、時刻 $t_{18} \sim t_{19}$ の期間、時刻 $t_{22} \sim t_{23}$ の期間、時刻 $t_{26} \sim t_{27}$ の期間の作動は、上述の時刻 $t_6 \sim t_7$ の期間の作動と同様のため、説明を省略する。
- [0099] また、時刻 $t_{12} \sim t_{13}$ の期間、時刻 $t_{16} \sim t_{17}$ の期間、時刻 $t_{20} \sim t_{21}$ の期間、時刻 $t_{24} \sim t_{25}$ の期間の作動は、上述の時刻 $t_8 \sim t_9$ の作動と同様のため、説明を省略する。
- [0100] 時刻 t_{28} でタイマ値 T_{im} が 0 になると、すなわち、エンジン 20 の始動条件が成立した時刻 t_2 から第 1 所定期間 T_{p1} が経過すると、制御部 81 は、通常点火制御部 84 による点火制御に切り替える。よって、制御部 81 は、時刻 t_{28} 以降、通常点火制御部 84 による点火制御を行う。
- [0101] 時刻 t_{29} で制御部 81 が点火コイル 50 の一次コイル 51 への通電を開始すべきと判断すると、点火信号 I_{Gt} がオンになる。これにより、一次コイル 51 への通電（一次電流 I_1 ）が開始される。
- [0102] 時刻 t_{30} で制御部 81 が混合気に点火すべきタイミングであると判断すると、点火信号 I_{Gt} がオフになる。これにより、二次コイル 52 に生じる

電圧である二次電圧 V_2 の絶対値が所定値以上になり、点火プラグ40は、放電部41の中心電極42と接地電極43との間で放電する。これにより、燃焼室28の混合気に火がつく（着火する）。このとき、二次コイル52に流れる電流（二次電流 I_2 ）の絶対値は、所定値以上になる。なお、時刻 t_{30} で点火プラグ40が放電すると、これに伴い、二次電圧 V_2 の絶対値は、速やかに所定値以下になる。また、点火プラグ40の放電に伴い、時刻 t_{30} 以降、二次電流 I_2 の絶対値は、徐々に小さくなる。

[0103] 時刻 t_{31} 、 t_{32} の作動は、上述した時刻 t_{29} 、 t_{30} の作動と同様のため、説明を省略する。

[0104] 時刻 t_{32} 以降、制御部81は、エンジン20の停止の条件である停止条件が成立するまで、通常点火制御部84による点火制御を継続する。

[0105] 以上説明したように、（１）本実施形態では、制御部81は、放電制御部82、エネルギー投入制御部83、通常点火制御部84および特定点火制御部85を有している。

[0106] 放電制御部82は、一次コイル51から接地側への電流の流れを遮断するようイグナイタ部60を制御することにより二次コイル52に高電圧を生じさせ、点火プラグ40が放電するよう点火プラグ40を制御する。これにより、点火プラグ40が放電し、混合気に点火することができる。

[0107] エネルギー投入制御部83は、放電制御部82による点火プラグ40の制御開始後、点火コイル50に対し電気エネルギーを投入するようエネルギー投入部70を制御する。これにより、放電制御部82の制御により生じた点火プラグ40の放電状態を維持することができる。

[0108] 通常点火制御部84は、放電制御部82により点火プラグ40を制御することのみによって、燃焼室28の混合気の点火を制御する。

[0109] 特定点火制御部85は、放電制御部82により点火プラグ40を制御し、かつ、エネルギー投入制御部83によりエネルギー投入部70を制御することによって、燃焼室28の混合気の点火を制御する。特定点火制御部85により点火制御を行うとき、エネルギー投入制御部83により点火プラグ40の放電

状態を維持できるため、混合気の着火性を向上することができる。

[0110] 制御部 81 は、エンジン 20 の始動の条件である始動条件が成立した後、第 1 の所定期間である第 1 所定期間 T_{p1} が経過するまで特定点火制御部 85 による点火制御を行い、第 1 所定期間 T_{p1} が経過したとき、通常点火制御部 84 による点火制御に切り替える。そのため、エンジン 20 が始動してから所定期間（第 1 所定期間 T_{p1} ）が経過するまで、混合気の着火性を向上することができる。これにより、エンジン 20 の始動直後の低温時等、燃料の微粒化が困難な場合であっても、混合気の着火性を向上し、失火や半燃えを抑制することができる。したがって、特に始動直後のエンジン 20 の停止およびエミッションの悪化を抑制することができる。

[0111] また、本実施形態では、特定点火制御部 85 による点火制御を行うにあたり、待機時間は必要ない。そのため、エンジン 20 を早期に始動させることができる。

[0112] また、（２）本実施形態では、エネルギー投入部 70 は、一次コイル 51 の接地側から点火コイル 50 に対し電気エネルギーを投入する。本実施形態は、点火装置 11（エネルギー投入部 70）の構成の一例を示すものである。本実施形態では、点火装置 11 は、１つの点火プラグ 40 に対し点火コイル 50 を１つ備えている。エネルギー投入部 70 が、一次コイル 51 の接地側から点火コイル 50 に対し電気エネルギーを継続的に投入することにより、点火プラグ 40 で生じた放電状態を所定期間（エネルギー投入期間、第 2 所定期間 T_{p2} ）、維持することができる。

[0113] また、（３）本実施形態では、制御部 81 は、エンジン 20 の冷却水の温度と電源 12 の電圧とに基づき、第 1 所定期間 T_{p1} を設定する。制御部 81 は、例えばエンジン 20 の始動条件が成立したとき水温センサ 15 により検出した冷却水の温度（水温）と電圧センサ 18 により検出した電源 12 の電圧（電源電圧）とに基づき、第 1 所定期間 T_{p1} を設定する。制御部 81 は、例えば、検出した水温が低く電源電圧が高い場合ほど第 1 所定期間 T_{p1} を長い期間に設定し、検出した水温が高く電源電圧が低い場合ほど第 1 所

定期間 T_{p1} を短い期間に設定する。これにより、水温が低く電源電圧が高い場合ほどエンジン始動時の特定点火制御部 85 による点火制御の期間（第 1 所定期間 T_{p1} ）が長くなる。よって、エンジン 20 の始動直後の低温時等、燃料の微粒化が困難な場合であっても、混合気の着火性を向上し、失火や半燃えをさらに抑制することができる。

[0114] また、電源電圧が低いときは、特定点火制御部 85 による点火制御の期間（第 1 所定期間 T_{p1} ）を短くすることにより、エネルギー投入部 70 による電気エネルギーの消費を抑えることができる。

[0115] また、（４）本実施形態では、エネルギー投入制御部 83 は、放電制御部 82 による点火プラグ 40 の制御開始後、第 2 の所定期間である第 2 所定期間 T_{p2} 、点火コイル 50 に対し電気エネルギーを投入するようエネルギー投入部 70 を制御する。第 2 所定期間 T_{p2} を設定することにより、例えば、燃焼室 28 の混合気に火がつき（着火し）難しい状況であっても、点火プラグ 40 の放電状態を所定期間（第 2 所定期間 T_{p2} ）維持し、混合気の着火性を向上し、失火や半燃えをさらに抑制することができる。

[0116] また、（５）本実施形態では、制御部 81 は、エンジン 20 の冷却水の温度とエンジン 20 の回転数とに基づき、第 2 所定期間 T_{p2} を設定する。制御部 81 は、例えばエンジン 20 の始動条件が成立したとき水温センサ 15 により検出した冷却水の温度（水温）とクランクポジションセンサ 14 により検出したクランクシャフト 29 の回転位置に基づき算出したエンジン 20 の回転数（エンジン回転数）とに基づき、第 2 所定期間 T_{p2} を設定する。制御部 81 は、例えば、検出した水温が低く、算出したエンジン回転数が低い場合ほど第 2 所定期間 T_{p2} を長い期間に設定し、検出した水温が高く、算出したエンジン回転数が高い場合ほど第 2 所定期間 T_{p2} を短い期間に設定する。これにより、水温が低くエンジン回転数が低い場合ほどエネルギー投入制御部 83 による点火コイル 50 に対する電気エネルギーの投入期間（第 2 所定値 T_{p2} ）が長くなる。エンジン 20 の始動直後の低温時等、燃料の微粒化が困難な場合であっても、混合気の着火性を向上し、失火や半燃えをよ

り一層抑制することができる。

[0117] また、(6) 本実施形態では、エネルギー投入制御部 83 は、所定の電流値である電流狙い値 I_{Ga} に対応する電流が二次コイル 52 を流れるようエネルギー投入部 70 を制御する。これにより、エネルギー投入部 70 が点火コイル 50 に電気エネルギーを投入する期間、二次コイル 52 には、概ね電流狙い値 I_{Ga} に対応する二次電流 I_2 が流れる。その結果、点火プラグ 40 で生じた放電状態を所定期間（エネルギー投入期間、第 2 所定期間 T_{p2} ）、安定して維持することができる。

[0118] (他の実施形態)

(7) 本発明の他の実施形態では、制御部 81 は、エンジン 20 の始動条件が成立した後、第 1 所定期間 T_{p1} が経過する前であっても、エンジン 20 の冷却水の温度が所定値以上になった場合、特定点火制御部 85 による点火制御から通常点火制御部 84 による点火制御に切り替えることとしてもよい。この場合、第 1 所定期間 T_{p1} を設定した後で燃焼室 28 の混合気に火がつき（着火し）易い状況になったとき、第 1 所定期間 T_{p1} の経過を待つことなく、通常点火制御部 84 による点火制御に切り替えることができる。よって、エネルギー投入部 70 による電気エネルギーの余分な消費を抑えることができる。

[0119] また、(8) 本発明の他の実施形態では、制御部 81 は、エンジン 20 の始動条件が成立した後、第 1 所定期間 T_{p1} が経過する前であっても、電源 12 の電圧が所定値以下になった場合、特定点火制御部 85 による点火制御から通常点火制御部 84 による点火制御に切り替えることとしてもよい。この場合、電源 12 の電圧が低いときは、エネルギー投入部 70 による点火コイル 50 に対する電気エネルギーの投入を停止することができる。よって、例えばエネルギー投入部 70 が電源 12 からの電気エネルギーを点火コイル 50 に対し投入する構成の場合、電気エネルギーの投入による電源 12 の電圧の低下を抑制することができる。

[0120] また、上述の実施形態では、1つの点火プラグに対し点火コイルを1つ備

え、エネルギー投入部が一次コイルの接地側から点火コイルに対し電気エネルギーを投入する点火装置に制御装置を適用する例を示した。これに対し、本発明の他の実施形態では、例えば1つの点火プラグに対し点火コイルを複数備え、点火プラグの放電制御後にエネルギー投入部から複数の点火コイルに対し電気エネルギーを継続的に投入することにより点火プラグの放電状態を維持可能な点火装置に制御装置を適用することもできる。

[0121] また、本発明の他の実施形態では、第1所定期間は、内燃機関の冷却水の温度と電源の電圧とにかかわらず、任意の所定の期間であってもよい。また、第2所定期間は、内燃機関の冷却水の温度と内燃機関の回転数とにかかわらず、任意の所定の期間であってもよい。この場合、例えば内燃機関の始動条件が成立したときに第1所定期間および第2所定期間を設定する処理を省略することができる。

[0122] また、上述の実施形態では、エネルギー投入制御部83が、二次電流I2の値をフィードバックすることにより、所定の電流値である電流狙い値I_{Ga}に対応する電流が二次コイル52を流れるようエネルギー投入部70を制御する例を示した。これに対し、本発明の他の実施形態では、エネルギー投入制御部83は、二次電流I2の値をフィードバックせず、電流狙い値I_{Ga}に対応する電流が二次コイル52を流れるようエネルギー投入部70を制御しなくてもよい。

[0123] また、本発明の他の実施形態では、エネルギー投入部70は、コンデンサ76を備えない構成であってもよい。コンデンサ76を備えない構成であっても、スイッチング素子72、73を適宜スイッチング作動させることにより、点火コイルに対し電気エネルギーを投入することができる。

[0124] また、本発明の他の実施形態では、エネルギー投入部は、例えば、電源12とは別の高圧の電源からの電気エネルギーを点火コイルに対し投入可能な部位であってもよい。この場合、上述の実施形態と比べ、エネルギー投入部を構成する部材の点数を削減することができる。

[0125] また、本発明の他の実施形態では、イグナイタ部60のスイッチング素子

61は、IGBTに限らず、例えばMOSFETやトランジスタ等、他の半導体スイッチング素子により構成してもよい。また、MOSFETは一般に寄生ダイオードを有するため、スイッチング素子61をMOSFETにより構成する場合、ダイオード62を省略することができる。

[0126] また、本発明の他の実施形態では、エネルギー投入部70のスイッチング素子72、73は、MOSFETに限らず、例えばIGBTやトランジスタ等、他の半導体スイッチング素子により構成してもよい。

[0127] また、上述の実施形態では、イグナイタ部60を点火回路ユニット13の筐体に收容する例を示した。これに対し、本発明の他の実施形態では、イグナイタ部60を、点火回路ユニット13の筐体に收容せず、点火コイル50の近傍に設けることとしてもよい。

[0128] また、上述の実施形態では、電流検出回路91を、点火回路ユニット13の筐体に收容する例を示した。これに対し、本発明の他の実施形態では、電流検出回路91を、ECU80の筐体に收容することとしてもよい。また、ECU80の制御部81は、電流検出回路91を含むこととしてもよい。

[0129] また、本発明の制御装置は、排気再循環（EGR）システムを備えないエンジンシステムの点火装置に適用することもできる。

[0130] また、上述の実施形態では、点火プラグの放電時、点火コイルの二次コイルに負方向の二次電流が流れる例を示した。これに対し、本発明の他の実施形態では、点火プラグの放電時、点火コイルの二次コイルに正方向の二次電流が流れる構成であってもよい。

[0131] また、上述の実施形態では、エネルギー投入部が、負方向の二次電流が重畳されるよう点火コイルに対し電気エネルギーを投入する例を示した。これに対し、本発明の他の実施形態では、エネルギー投入部は、正方向の二次電流が重畳されるよう点火コイルに対し電気エネルギーを投入する構成であってもよい。

[0132] また、本発明の制御装置は、4気筒の内燃機関に限らず、気筒数が4以外の内燃機関の点火装置に適用することもできる。

- [0133] また、本発明の制御装置は、各気筒に点火コイル、点火プラグを1つずつ備える内燃機関に限らず、各気筒に点火コイルまたは点火プラグを複数備える内燃機関の点火装置に適用することもできる。
- [0134] また、本発明の制御装置は、予混合燃焼式の内燃機関に限らず、直噴式の内燃機関の点火装置に適用することもできる。
- [0135] また、本発明の他の実施形態では、エネルギー投入部は、点火状態を継続可能なエネルギーを投入可能であればどのようなものであってもよく、従来の多重放電方式や、例えば特開2012-167665号公報に開示されたDCO方式としてもよい。例えば、DCO方式を採用する場合、2つの点火コイルのうちの主放電を開始する方を点火コイルとみなし、主放電後の点火動作をエネルギー投入部とみなしてコイル電源を制御して二次電流を制御したり点火継続時間を制御したりすればよい。
- [0136] このように、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の形態で実施可能である。

符号の説明

- [0137] 10 制御装置
- 11 点火装置
- 12 電源
- 20 エンジン（内燃機関）
- 28 燃焼室
- 40 点火プラグ
- 50 点火コイル
- 51 一次コイル
- 52 二次コイル
- 60 イグナイタ部
- 70 エネルギー投入部
- 81 制御部
- 82 放電制御部（放電制御手段）

8 3 エネルギー投入制御部（エネルギー投入制御手段）

8 4 通常点火制御部（通常点火制御手段）

8 5 特定点火制御部（特定点火制御手段）

請求の範囲

[請求項1]

内燃機関（20）の燃焼室（28）に設けられ、放電することにより前記燃焼室の混合気に点火可能な点火プラグ（40）と、

一端が電源（12）側に、他端が接地側に接続され一次電流が流れる一次コイル（51）、および、一端が前記点火プラグに接続され二次電流が流れる二次コイル（52）を有する点火コイル（50）と、

前記一次コイルの接地側に接続され、前記一次コイルを流れる一次電流を許容または遮断可能に設けられるイグナイタ部（60）と、

前記点火コイルに対し電気エネルギーを投入可能なエネルギー投入部（70）と、を備える点火装置（11）を制御し、前記燃焼室の混合気の点火を制御可能な制御装置（10）であって、

前記一次コイルから接地側への電流の流れを遮断するよう前記イグナイタ部を制御することにより前記二次コイルに高電圧を生じさせ、前記点火プラグの電極間で放電が形成されるよう前記点火プラグを制御する放電制御手段（82）と、

前記放電制御手段による前記点火プラグの制御開始後、前記点火コイルに対し電気エネルギーを投入するよう前記エネルギー投入部を制御するエネルギー投入制御手段（83）、

前記放電制御手段により前記点火プラグを制御することのみによって、前記燃焼室の混合気の点火を制御する通常点火制御手段（84）と、

前記放電制御手段により前記点火プラグを制御し、かつ、前記エネルギー投入制御手段により前記二次電流と同じ極性で重畳的にエネルギーを投入するよう前記エネルギー投入部を制御することによって、前記燃焼室の混合気の点火を制御する特定点火制御手段（85）と、

を有する制御部（81）を備え、

前記制御部は、前記内燃機関の始動の条件である始動条件が成立した後、第1の所定期間である第1所定期間（Tp1）が経過するまで

前記エネルギー投入制御手段によるエネルギー投入を行うことで前記特定点火制御手段による点火制御を行い、前記第 1 所定期間が経過したとき、前記通常点火制御手段による点火制御に切り替えることを特徴とする制御装置。

[請求項2] 前記エネルギー投入部は、前記一次コイルの接地側から前記点火コイルに対し電気エネルギーを投入することを特徴とする請求項 1 に記載の制御装置。

[請求項3] 前記制御部は、前記内燃機関の冷却水の温度と前記電源の電圧とに基づき、前記第 1 所定期間を設定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の制御装置。

[請求項4] 前記エネルギー投入制御手段は、前記放電制御手段による前記点火プラグの制御開始後、第 2 の所定期間である第 2 所定期間（ T_{p2} ）が経過するまで、前記点火コイルに対し電気エネルギーを投入するよう前記エネルギー投入部を制御することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項5] 前記制御部は、前記内燃機関の冷却水の温度と前記内燃機関の回転数とに基づき、前記第 2 所定期間を設定することを特徴とする請求項 4 に記載の制御装置。

[請求項6] 前記エネルギー投入制御手段は、所定の電流値である電流狙い値（ I_{Ga} ）に対応する二次電流が前記二次コイルを流れるよう前記エネルギー投入部を制御することを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項7] 前記制御部は、前記始動条件が成立した後、前記第 1 所定期間が経過する前であっても、前記内燃機関の冷却水の温度が所定値以上になった場合、前記特定点火制御手段による点火制御から前記通常点火制御手段による点火制御に切り替えることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項8] 前記制御部は、前記始動条件が成立した後、前記第 1 所定期間が経

過する前であっても、前記電源の電圧が所定値以下になった場合、前記特定点火制御手段による点火制御から前記通常点火制御手段による点火制御に切り替えることを特徴とする請求項１～７のいずれか一項に記載の制御装置。

[請求項９]

内燃機関（２０）の燃焼室（２８）に設けられ、放電することにより前記燃焼室の混合気に点火可能な点火プラグ（４０）と、

一端が電源（１２）側に、他端が接地側に接続され一次電流が流れる一次コイル（５１）、および、一端が前記点火プラグに接続され二次電流が流れる二次コイル（５２）を有する点火コイル（５０）と、

前記一次コイルの接地側に接続され、前記一次コイルを流れる一次電流を許容または遮断可能に設けられるイグナイタ部（６０）と、

前記点火コイルに対し電気エネルギーを投入可能なエネルギー投入部（７０）と、を備える点火装置（１１）を制御し、前記燃焼室の混合気の点火を制御可能な制御方法であって、

制御部（８１）の放電制御手段（８２）が、前記一次コイルから接地側への電流の流れを遮断するよう前記イグナイタ部を制御することにより前記二次コイルに高電圧を生じさせ、前記点火プラグの電極間で放電が形成されるよう前記点火プラグを制御し、

前記制御部のエネルギー投入制御手段（８３）が、前記放電制御手段による前記点火プラグの制御開始後、前記点火コイルに対し電気エネルギーを投入するよう前記エネルギー投入部を制御し、

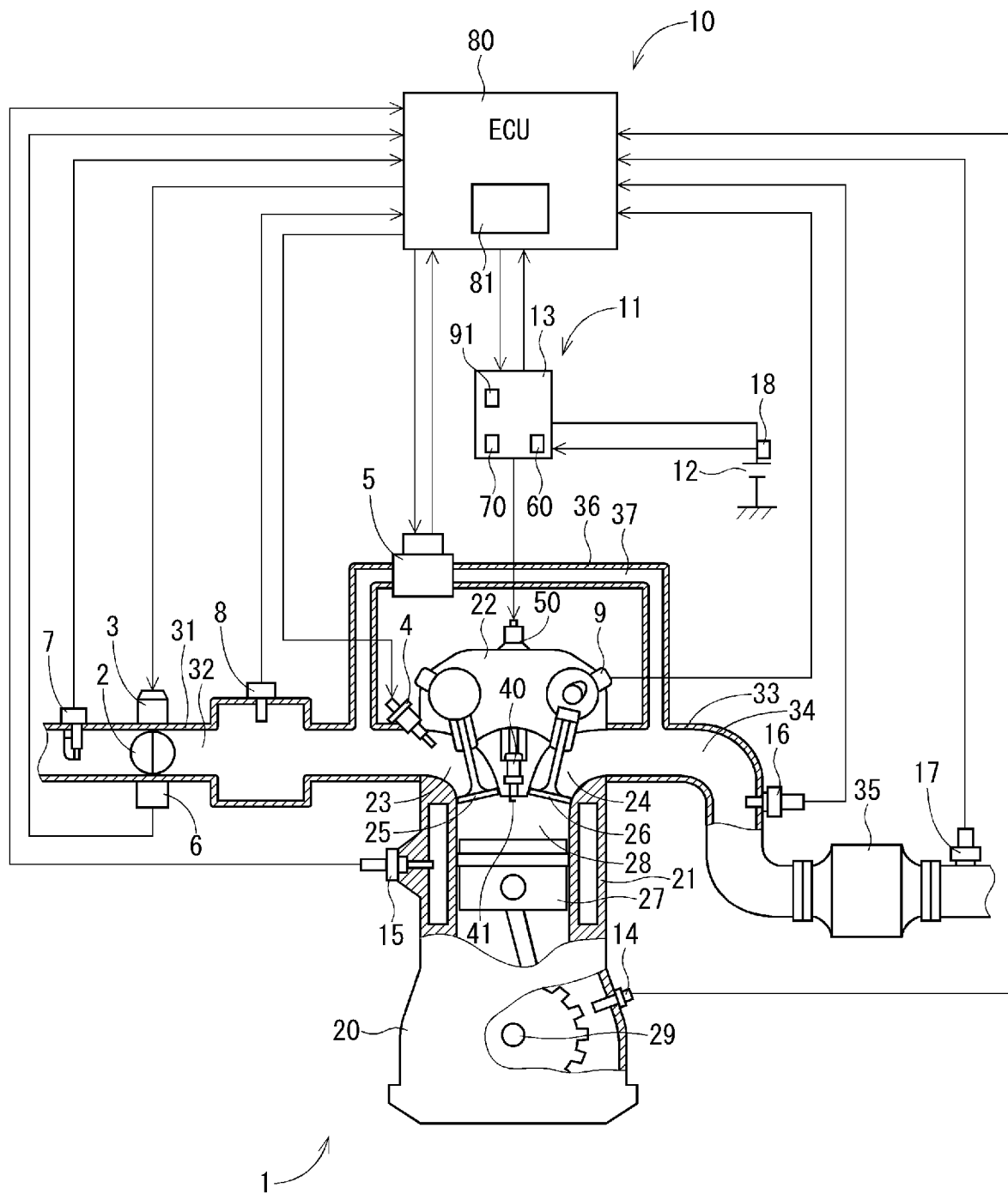
前記制御部の通常点火制御手段（８４）が、前記放電制御手段により前記点火プラグを制御することのみによって、前記燃焼室の混合気の点火を制御し、

前記制御部の特定点火制御手段（８５）が、前記放電制御手段により前記点火プラグを制御し、かつ、前記エネルギー投入制御手段により前記二次電流と同じ極性で重畳的にエネルギーを投入するよう前記エネルギー投入部を制御することによって、前記燃焼室の混合気の点火を

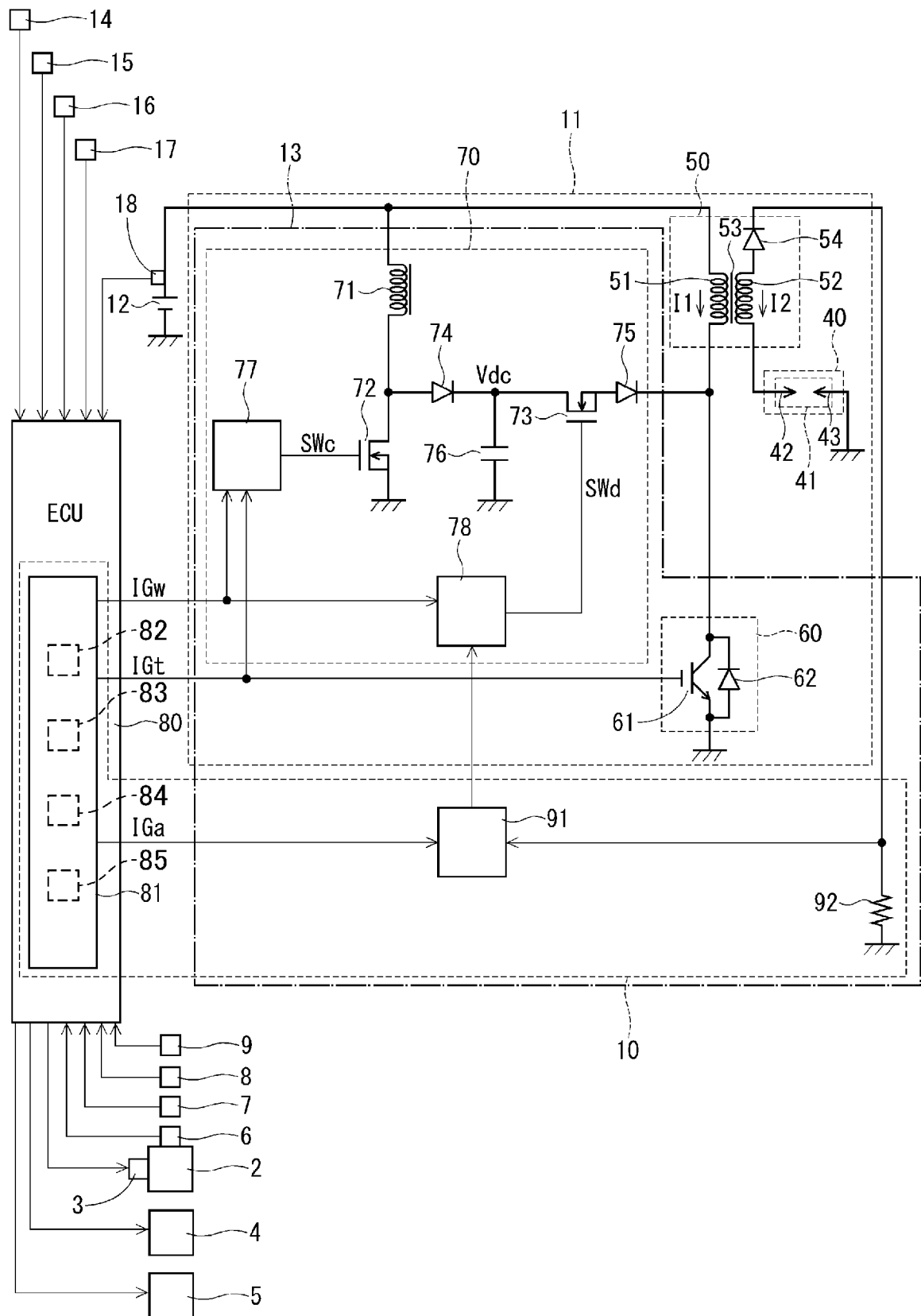
制御し、

前記制御部が、前記内燃機関の始動の条件である始動条件が成立した後、第1の所定期間である第1所定期間（ T_{p1} ）が経過するまで前記エネルギー投入制御手段によるエネルギー投入を行うことで前記特定点火制御手段による点火制御を行い、前記第1所定期間が経過したとき、前記通常点火制御手段による点火制御に切り替えることを特徴とする制御方法。

[図1]

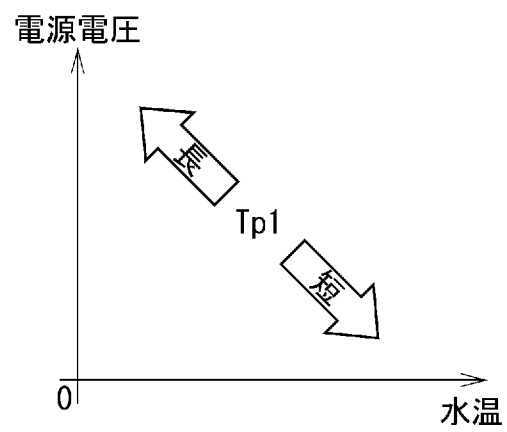


[図2]

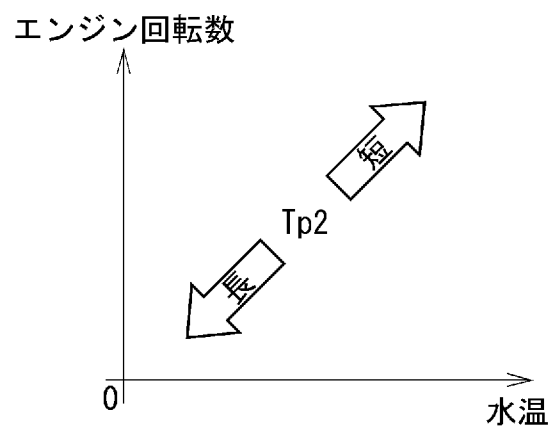


[図3]

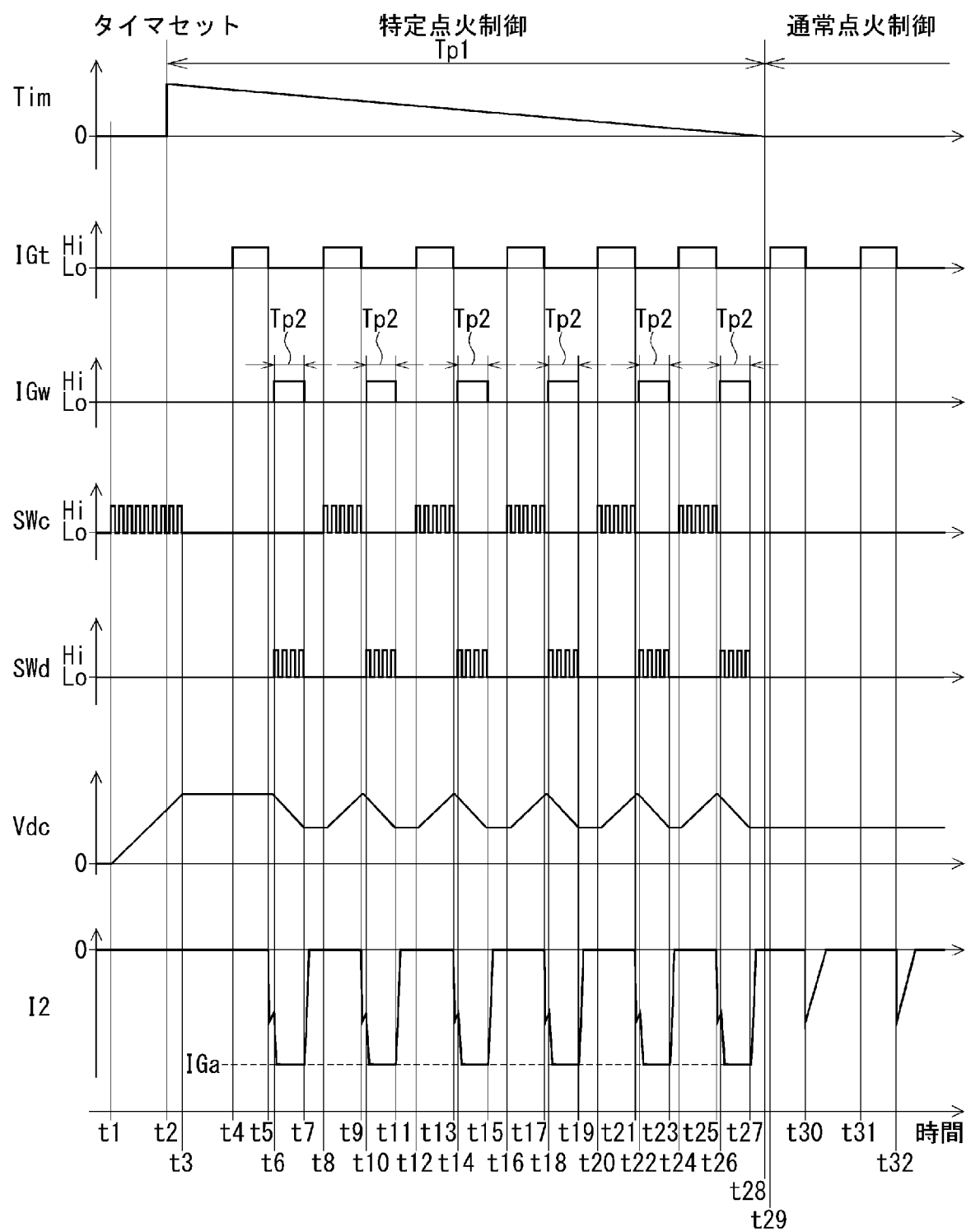
(A)



(B)



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060579

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02P3/00(2006.01)i, F02P3/05(2006.01)i, H01F38/12(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02P3/00, F02P3/05, H01F38/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 5-180133 A (Nippondenso Co., Ltd.), 20 July 1993 (20.07.1993), paragraphs [0010] to [0052]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-2, 4, 6, 9 5, 7 3, 8
Y	JP 6-26428 A (Mazda Motor Corp.), 01 February 1994 (01.02.1994), paragraphs [0023] to [0045]; fig. 1 to 7 (Family: none)	5, 7
A	JP 2000-170632 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 20 June 2000 (20.06.2000), paragraphs [0020] to [0033]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 June 2015 (25.06.15)

Date of mailing of the international search report
07 July 2015 (07.07.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060579

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-138639 A (Denso Corp.), 19 June 2008 (19.06.2008), paragraphs [0011] to [0036]; fig. 1 to 10 & US 2008/0127937 A1 & DE 102007055700 A1	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02P3/00(2006.01)i, F02P3/05(2006.01)i, H01F38/12(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02P3/00, F02P3/05, H01F38/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 5-180133 A（日本電装株式会社）1993.07.20, 段落 [0010] - [0052], 第 1-9 図（ファミリーなし）	1-2, 4, 6, 9 5, 7 3, 8
Y	JP 6-26428 A（マツダ株式会社）1994.02.01, 段落 [0023] - [0045], 第 1-7 図（ファミリーなし）	5, 7
A	JP 2000-170632 A（日本特殊陶業株式会社）2000.06.20, 段落 [0020] - [0033], 第 1-3 図（ファミリーなし）	1-9

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 5 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

川口 真一

3 G

9 8 2 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-138639 A (株式会社デンソー) 2008.06.19, 段落 [0011] - [0036], 第 1-10 図 & US 2008/0127937 A1 & DE 102007055700 A1	1-9