

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年4月30日(30.04.2020)



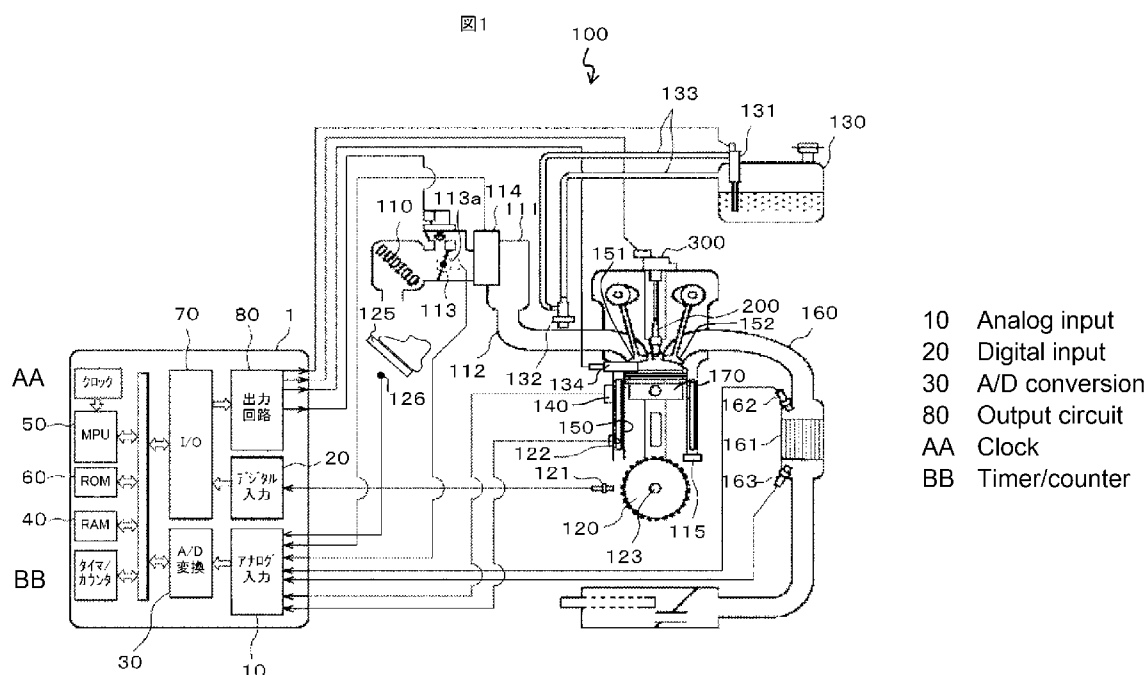
(10) 国際公開番号

WO 2020/085042 A1

- (51) 国際特許分類:
F02P 15/10 (2006.01) *F02P 3/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/039248
- (22) 国際出願日: 2019年10月4日(04.10.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-200063 2018年10月24日(24.10.2018) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 大 畠 英 一 郎 (OOHATA Eiichirou); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関用制御装置



(57) Abstract: Ignition faults in fuel due to a spark plug are minimized while wear in electrodes of the spark plug are minimized in an internal combustion engine. For this purpose, a control device 1 for an internal combustion engine comprises an ignition control unit that controls conduction of electricity to an ignition coil 300 which imparts electric energy to a spark plug 200 which discharges electricity within a cylinder 150 of an internal combustion engine 100 and ignites fuel. The ignition control unit controls the conduction of electricity to the ignition coil 300 by continuously transmitting

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

a first pulse signal (a pulse signal for corona discharge) to an igniter connected to the ignition coil 300 before dielectric breakdown between the electrodes of the spark plug 200, and continuously transmitting a second pulse signal (a pulse signal for arc discharge) to the igniter after dielectric breakdown between the electrodes of the spark plug 200. At this time, the cycle of the pulse signal for corona discharge is shorter than the cycle of the pulse signal for arc discharge.

(57) 要約：内燃機関における点火プラグの電極の摩耗を抑えつつ、点火プラグによる燃料への着火不良を抑制する。このため内燃機関用の制御装置1は、内燃機関100の気筒150内で放電して燃料への点火を行う点火プラグ200に対し電気エネルギーを与える点火コイル300の通電を制御する点火制御部を備える。点火制御部は、点火プラグ200の電極間の絶縁破壊前には、点火コイル300に接続されたイグナイタに第1のパルス信号（コロナ放電用のパルス信号）を連続して送信し、点火プラグ200の電極間の絶縁破壊後には、イグナイタに第2のパルス信号（アーク放電用のパルス信号）を連続して送信することにより、点火コイル300の通電を制御する。このとき、コロナ放電用のパルス信号の周期は、アーク放電用のパルス信号の周期よりも短い。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関用制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関用制御装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、車両の燃費向上のため、理論空燃比よりも薄い混合気を燃焼して内燃機関を運転する技術や、燃焼後の排気ガスの一部を取り入れて再度吸気させる技術などを導入した内燃機関の制御装置が開発されている。

[0003] この種の内燃機関の制御装置では、燃焼室における燃料や空気の量が理論値から乖離するため、点火プラグによる燃料への着火不良が生じやすくなる。そこで、点火プラグの放電電流を増大することで、点火プラグの電極部に発生する熱量を増やし、着火不良を抑制する方法がある。しかし、点火プラグの放電電流が増大すると、点火プラグの電極の摩耗が促進され、点火プラグの寿命が短くなってしまう。

[0004] 特許文献1には、エネルギー充電系の故障時において、点火直前にコロナ放電を行うことにより、点火プラグの電極間の絶縁破壊電圧を低減することで、点火プラグの放電電流を減らすようにした内燃機関の制御装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2002-303238号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 一般に、点火プラグにおいて放電開始時に短時間だけ流れる容量点火分の放電電流は、その後に流れる誘導点火分の放電電流よりもピーク値が大きい。そのため、点火プラグの電極の摩耗を抑えつつ、点火プラグによる燃料への着火不良を抑制するためには、容量点火分の放電電流を低減するとともに

、燃焼室内の混合気の状態に応じて誘導点火分の放電電流を適切に制御する必要がある。しかしながら、特許文献 1 に開示されている技術では、容量点火分の放電電流を低減することは可能であるが、誘導点火分の放電電流を適切に制御することができない。

[0007] したがって、本発明は、上記の課題に着目してなされたもので、内燃機関における点火プラグの電極の摩耗を抑えつつ、点火プラグによる燃料への着火不良を抑制することを目的とする。

[0008] また、本発明は、内燃機関の状態や気筒内における混合気の状態に関わらず、混合気の流速を高精度に推定することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の第 1 の態様による内燃機関用制御装置は、内燃機関の気筒内で放電して燃料への点火を行う点火プラグに対し電気エネルギーを与える点火コイルの通電を制御する点火制御部を備え、前記点火制御部は、前記点火プラグの電極間の絶縁破壊前には、前記点火コイルに接続されたイグナイタに第 1 のパルス信号を連続して送信し、前記点火プラグの電極間の絶縁破壊後には、前記イグナイタに第 2 のパルス信号を連続して送信することにより、前記点火コイルの通電を制御し、前記第 1 のパルス信号の周期は、前記第 2 のパルス信号の周期よりも短い。

本発明の第 2 の態様による内燃機関用制御装置は、内燃機関の気筒内における混合気の流速を推定する流速推定部を備え、前記流速推定部は、前記気筒内で放電して燃料への点火を行う点火プラグの放電電流および放電電圧の少なくとも一方に基づいて、前記流速を推定する。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、内燃機関における点火プラグの電極の摩耗を抑えつつ、点火プラグによる燃料への着火不良を抑制することができる。また、内燃機関の状態や気筒内における混合気の状態に関わらず、混合気の流速を高精度に推定することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施の形態にかかる内燃機関及び内燃機関の制御装置の要部構成を説明する図である。

[図2]点火プラグを説明する部分拡大図である。

[図3]第1の実施形態にかかる制御装置の機能構成を説明する機能ブロック図である。

[図4]第1の実施形態にかかる点火コイルを含む電気回路を説明する図である。

[図5]第1の実施形態にかかる点火信号の出力タイミングを説明するタイミングチャートの一例である。

[図6]点火制御部による各設定値の設定方法の一例を示す図である。

[図7]第1の実施形態にかかる点火制御部による点火プラグの制御方法を説明するフローチャートの一例である。

[図8]連続点火を行う場合の点火信号の出力方法を説明するタイミングチャートの一例である。

[図9]絶縁破壊後にアーク放電の中断が発生した場合の点火信号の出力方法を説明するタイミングチャートの一例である。

[図10]絶縁破壊後の経過時間に応じた点火信号の出力方法を説明するタイミングチャートの一例である。

[図11]第2の実施形態にかかる制御装置の機能構成を説明する機能ブロック図である。

[図12]第2の実施形態にかかる点火コイルを含む電気回路を説明する図である。

[図13]第2の実施形態にかかる流速推定方法の一例を説明する図である。

[図14]第2の実施形態にかかる点火コイルの制御方法を説明するフローチャートの一例である。

[図15]流速推定処理を説明するフローチャートの一例である。

発明を実施するための形態

[0012] ー 第1の実施形態 ー

以下、本発明の第１の実施形態にかかる内燃機関用制御装置を説明する。

[0013] 以下、第１の実施形態にかかる内燃機関用制御装置の一態様である制御装置１を説明する。この実施の形態では、制御装置１により、４気筒の内燃機関１００の各気筒１５０に各々設けられた点火プラグ２００の放電（点火）を制御する場合を例示して説明する。

以下、実施の形態において、内燃機関１００の一部の構成又は全ての構成及び制御装置１の一部の構成又は全ての構成を組み合わせたものを、内燃機関１００の制御装置１と言う。

[0014] [内燃機関]

図１は、内燃機関１００及び内燃機関用点火装置の要部構成を説明する図である。

図２は、点火プラグ２００の電極２１０、２２０を説明する部分拡大図である。

[0015] 内燃機関１００では、外部から吸引した空気はエアクリーナ１１０、吸気管１１１、吸気マニホールド１１２を通流し、吸気弁１５１が開くと各気筒１５０に流入する。各気筒１５０に流入する空気量は、スロットル弁１１３により調整され、スロットル弁１１３で調整された空気量は、流量センサ１１４により測定される。

[0016] スロットル弁１１３には、スロットルの開度を検出するスロットル開度センサ１１３ａが設けられている。このスロットル開度センサ１１３ａで検出されたスロットル弁１１３の開度情報は、制御装置（Electronic Control Unit：ECU）１に出力される。

[0017] なお、スロットル弁１１３は、電動機で駆動される電子スロットル弁が用いられるが、空気の流量を適切に調整できるものであれば、その他の方式によるものでもよい。

[0018] 各気筒１５０に流入したガスの温度は、吸気温センサ１１５で検出される。

[0019] クランクシャフト１２３に取り付けられたリングギア１２０の径方向外側

には、クランク角センサ 121 が設けられている。このクランク角センサ 121 により、クランクシャフト 123 の回転角度が検出される。実施の形態では、クランク角センサ 121 は、例えば 10° 毎及び燃焼周期毎のクランクシャフト 123 の回転角度を検出する。

[0020] シリンダヘッドのウォータジャケット（図示せず）には、水温センサ 122 が設けられている。この水温センサ 122 により、内燃機関 100 の冷却水の温度を検出する。

[0021] また、車両には、アクセルペダル 125 の変位量（踏み込み量）を検出するアクセルポジションセンサ（Accelerator Position Sensor : APS）126 が設けられている。このアクセルポジションセンサ 126 により、運転者の要求トルクを検出する。このアクセルポジションセンサ 126 で検出された運転者の要求トルクは、後述する制御装置 1 に出力される。制御装置 1 は、この要求トルクに基づいて、スロットル弁 113 を制御する。

[0022] 燃料タンク 130 に貯留された燃料は、燃料ポンプ 131 によって吸引及び加圧された後、プレッシャレギュレータ 132 が設けられた燃料配管 133 を通流し、燃料噴射弁（インジェクタ）134 に誘導される。燃料ポンプ 131 から出力された燃料は、プレッシャレギュレータ 132 で所定の圧力に調整され、燃料噴射弁（インジェクタ）134 から各気筒 150 内に噴射される。プレッシャレギュレータ 132 で圧力調整された結果、余分な燃料は戻り配管（図示せず）を介して燃料タンク 130 に戻される。

[0023] 内燃機関 100 のシリンダヘッド（図示せず）には、燃焼圧センサ（Cylinder Pressure Sensor : CPS、筒内圧センサとも言う）140 が設けられている。燃焼圧センサ 140 は、各気筒 150 内に設けられており、気筒 150 内の圧力（燃焼圧）を検出する。

[0024] 燃焼圧センサ 140 は、圧電式又はゲージ式の圧力センサが用いられ、広い温度領域に渡って気筒 150 内の燃焼圧（筒内圧）を検出することができるようになっている。

- [0025] 各気筒１５０には、排気弁１５２と、燃焼後のガス（排気ガス）を気筒１５０の外側に排出する排気マニホールド１６０が取り付けられている。この排気マニホールド１６０の排気側には、三元触媒１６１が設けられている。排気弁１５２が開くと、気筒１５０から排気マニホールド１６０に排気ガスが排出される。この排気ガスは、排気マニホールド１６０を通して三元触媒１６１で浄化された後、大気に排出される。
- [0026] 三元触媒１６１の上流側には、上流側空燃比センサ１６２が設けられている。この上流側空燃比センサ１６２は、各気筒１５０から排出された排気ガスの空燃比を連続的に検出する。
- [0027] また、三元触媒１６１の下流側には、下流側空燃比センサ１６３が設けられている。この下流側空燃比センサ１６３は、理論空燃比近傍でスイッチ的な検出信号を出力する。実施の形態では、下流側空燃比センサ１６３は、例えばＯ２センサである。
- [0028] また、各気筒１５０の上部には、点火プラグ２００が各々設けられている。点火プラグ２００の放電（点火）により、気筒１５０内の空気と燃料との混合気に火花が着火し、気筒１５０内で爆発が起こり、ピストン１７０が押し下げられる。ピストン１７０が押し下げられることにより、クランクシャフト１２３が回転する。
- [0029] 点火プラグ２００には、点火プラグ２００に供給される電気エネルギー（電圧）を生成する点火コイル３００が接続されている。点火コイル３００で発生した電圧により、点火プラグ２００の中心電極２１０と外側電極２２０との間に放電が生じる（図２参照）。
- [0030] 図２に示すように、点火プラグ２００では、中心電極２１０は、絶縁体２３０により絶縁状態で支持されている。この中心電極２１０に所定の電圧（実施の形態では、例えば２０，０００Ｖ～４０，０００Ｖ）が印加される。
- [0031] 外側電極２２０は接地されている。中心電極２１０に所定の電圧が印加されると、中心電極２１０と外側電極２２０との間で放電（点火）が生じる。
- [0032] なお、点火プラグ２００において、中心電極２１０と外側電極２２０との

間に存在する気体（ガス）の状態や筒内圧によって、ガス成分の絶縁破壊を起こして放電（点火）が発生する電圧が変動する。この放電が発生する電圧を絶縁破壊電圧と言う。

[0033] 点火プラグ200の放電制御（点火制御）は、後述する制御装置1の点火制御部83により行われる。

[0034] 図1に戻って、前述したスロットル開度センサ113a、流量センサ114、クランク角センサ121、アクセルポジションセンサ126、水温センサ122、燃焼圧センサ140等の各種センサからの出力信号は、制御装置1に出力される。制御装置1では、これら各種センサからの出力信号に基づいて、内燃機関100の運転状態を検出し、気筒150内に送出する空気量、燃料噴射量、点火プラグ200の点火タイミング等の制御を行う。

[0035] [制御装置のハードウェア構成]

次に、制御装置1のハードウェアの全体構成を説明する。

[0036] 図1に示すように、制御装置1は、アナログ入力部10と、デジタル入力部20と、A/D (Analog/Digital) 変換部30と、RAM (Random Access Memory) 40と、MPU (Micro-Processing Unit) 50と、ROM (Read Only Memory) 60と、I/O (Input/Output) ポート70と、出力回路80と、を有する。

[0037] アナログ入力部10には、スロットル開度センサ113a、流量センサ114、アクセルポジションセンサ126、上流側空燃比センサ162、下流側空燃比センサ163、燃焼圧センサ140、水温センサ122等の各種センサからのアナログ出力信号が入力される。

[0038] アナログ入力部10には、A/D変換部30が接続されている。アナログ入力部10に入力された各種センサからのアナログ出力信号は、ノイズ除去等の信号処理が行われた後、A/D変換部30でデジタル信号に変換され、RAM40に記憶される。

[0039] デジタル入力部20には、クランク角センサ121からのデジタル出力信

号が入力される。

[0040] デジタル入力部20には、I/Oポート70が接続されており、デジタル入力部20に入力されたデジタル出力信号は、このI/Oポート70を介してRAM40に記憶される。

[0041] RAM40に記憶された各出力信号は、MPU50で演算処理される。

[0042] MPU50は、ROM60に記憶された制御プログラム（図示せず）を実行することで、RAM40に記憶された出力信号を、制御プログラムに従って演算処理する。MPU50は、制御プログラムに従って、内燃機関100を駆動する各アクチュエータ（例えば、スロットル弁113、プレッシャレギュレータ132、点火プラグ200等）の作動量を規定する制御値を算出し、RAM40に一時的に記憶する。

[0043] RAM40に記憶されたアクチュエータの作動量を規定する制御値は、I/Oポート70を介して出力回路80に出力される。

[0044] 出力回路80には、点火プラグ200に印加する電圧を制御する点火制御部83（図3参照）の機能などが設けられている。

[0045] [制御装置の機能ブロック]

次に、第1の実施形態にかかる制御装置1の機能構成を説明する。

[0046] 図3は、第1の実施形態にかかる制御装置1の機能構成を説明する機能ブロック図である。この制御装置1の各機能は、例えばMPU50がROM60に記憶された制御プログラムを実行することで、出力回路80で実現される。

[0047] 図3に示すように、第1の実施形態にかかる制御装置1の出力回路80は、全体制御部81と、燃料噴射制御部82と、点火制御部83とを有する。

[0048] 全体制御部81は、アクセルポジションセンサ126と、燃焼圧センサ140（CPS）に接続されており、アクセルポジションセンサ126からの要求トルク（加速信号S1）と、燃焼圧センサ140からの出力信号S2とを受け付ける。

[0049] 全体制御部81は、アクセルポジションセンサ126からの要求トルク（

加速信号 S 1) と、燃焼圧センサ 1 4 0 からの出力信号 S 2 とに基づいて、燃料噴射制御部 8 2 と点火制御部 8 3 の全体的な制御を行う。

[0050] 燃料噴射制御部 8 2 は、内燃機関 1 0 0 の各気筒 1 5 0 を判別する気筒判別部 8 4 と、クランクシャフト 1 2 3 のクランク角を計測する角度情報生成部 8 5 と、エンジン回転数を計測する回転数情報生成部 8 6 と、に接続されており、気筒判別部 8 4 からの気筒判別情報 S 3 と、角度情報生成部 8 5 からのクランク角度情報 S 4 と、回転数情報生成部 8 6 からのエンジン回転数情報 S 5 と、を受け付ける。

[0051] また、燃料噴射制御部 8 2 は、気筒 1 5 0 内に吸気される空気の吸気量を計測する吸気量計測部 8 7 と、エンジン負荷を計測する負荷情報生成部 8 8 と、エンジン冷却水の温度を計測する水温計測部 8 9 と、に接続されており、吸気量計測部 8 7 からの吸気量情報 S 6 と、負荷情報生成部 8 8 からのエンジン負荷情報 S 7 と、水温計測部 8 9 からの冷却水温度情報 S 8 と、を受け付ける。

[0052] 燃料噴射制御部 8 2 は、受け付けた各情報に基づいて、燃料噴射弁 1 3 4 から噴射される燃料の噴射量と噴射時間（燃料噴射弁制御情報 S 9 ）を算出し、算出した燃料の噴射量と噴射時間とに基づいて燃料噴射弁 1 3 4 を制御する。

[0053] 点火制御部 8 3 は、全体制御部 8 1 のほか、気筒判別部 8 4 と、角度情報生成部 8 5 と、回転数情報生成部 8 6 と、負荷情報生成部 8 8 と、水温計測部 8 9 とに接続されており、これらからの各情報を受け付ける。

[0054] 点火制御部 8 3 は、受け付けた各情報に基づいて、点火コイル 3 0 0 の 1 次側コイル（図示せず）に通電する電流量（通電角）と、通電開始時間と、1 次側コイルに通電した電流を遮断する時間（点火時間）を算出する。

[0055] 点火制御部 8 3 は、算出した通電角と、通電開始時間と、点火時間とに基づいて、点火コイル 3 0 0 の 1 次側コイル 3 1 0 に点火信号 S A を出力することで、点火プラグ 2 0 0 による放電制御（点火制御）を行う。

[0056] なお、少なくとも、点火制御部 8 3 が点火信号 S A を用いて点火プラグ 2

〇〇の点火制御を行う機能は、本発明の内燃機関用制御装置に相当する。

[0057] [点火コイルの電気回路]

次に、第１の実施形態にかかる点火コイル３００を含む電気回路４００を説明する。

[0058] 図４は、第１の実施形態にかかる点火コイル３００を含む電気回路４００を説明する図である。電気回路４００において、点火コイル３００は、所定の巻き数で巻かれた１次側コイル３１０と、１次側コイル３１０よりも多い巻き数で巻かれた２次側コイル３２０と、を含んで構成される。

[0059] １次側コイル３１０の一端は、直流電源３３０に接続されている。これにより、１次側コイル３１０には、所定の電圧（実施の形態では、例えば１２Ｖ）が印加される。直流電源３３０と１次側コイル３１０の接続経路中には、充電量検出部３５０が設けられている。充電量検出部３５０は、１次側コイル３１０に印加された電圧と電流を検出して、点火制御部８３へ送信する。

[0060] １次側コイル３１０の他端は、イグナイタ３４０に接続されており、イグナイタ３４０を介して接地されている。イグナイタ３４０には、トランジスタや電界効果トランジスタ（Field Effect Transistor: FET）などが用いられる。

[0061] イグナイタ３４０のベース（Ｂ）端子は、点火制御部８３に接続されている。点火制御部８３から出力された点火信号ＳＡは、イグナイタ３４０のベース（Ｂ）端子に入力される。イグナイタ３４０のベース（Ｂ）端子に点火信号ＳＡが入力されると、イグナイタ３４０のコレクタ（Ｃ）端子とエミッタ（Ｅ）端子間が通電状態となり、コレクタ（Ｃ）端子とエミッタ（Ｅ）端子間に電流が流れる。これにより、点火制御部８３からイグナイタ３４０を介して点火コイル３００の１次側コイル３１０に点火信号ＳＡが出力され、１次側コイル３１０に電力（電気エネルギー）が蓄積される。

[0062] 点火制御部８３からの点火信号ＳＡの出力が停止して、１次側コイル３１

0に流れる電流が遮断されると、1次側コイル310に対するコイルの巻き数比に応じた高電圧が2次側コイル320に発生する。2次側コイル320に発生した高電圧が点火プラグ200（中心電極210）に印加されることで、点火プラグ200の中心電極210と、外側電極220との間に電位差が発生する。この中心電極210と外側電極220との間に発生した電位差が、ガス（気筒150内の混合気）の絶縁破壊電圧 V_m 以上になると、ガス成分が絶縁破壊されて中心電極210と外側電極220との間に放電が生じ、燃料（混合気）への点火（着火）が行われる。

[0063] 2次側コイル320と点火プラグ200の接続経路中には、放電量検出部360が設けられている。放電量検出部360は、放電電圧と電流を検出して、点火制御部83へ送信する。

[0064] 点火制御部83は、以上説明したような電気回路400の動作により、点火信号SAを用いて点火コイル300の通電を制御する。これにより、点火プラグ200を制御するための点火制御を実施する。

[0065] [点火信号の出力タイミング]

次に、第1の実施形態にかかる点火プラグ200の電極の加熱方法に関して、点火信号SAの出力タイミングを説明する。

[0066] 図5は、第1の実施形態にかかる点火信号SAの出力タイミングを説明するタイミングチャートの一例である。

[0067] 図5において、上段の図は、点火制御部83から点火コイル300へ出力される点火信号SAのON/OFFを示している。中段の図は、点火コイル300の放電電圧、すなわち点火コイル300の2次側コイル320から点火プラグ200の中心電極210と外側電極220の間に印加される電圧を表している。この放電電圧は、前述のように放電量検出部360により検出されて点火制御部83に入力される。下段の図は、点火コイル300の放電電流、すなわち放電電圧に応じて点火コイル300の2次側コイル320および点火プラグ200に流れる電流を表している。この放電電流も放電電圧と同様に、放電量検出部360により検出されて点火制御部83に入力され

る。なお、点火コイル 300 の放電電圧の大きさは、点火プラグ 200 の中心電極 210 と外側電極 220 の間における抵抗値を放電電流の大きさに乗じた値に等しい。

[0068] 図 5 において、時刻 T1 は充電開始時期を示している。この時刻 T1 において、点火制御部 83 が点火信号 SA を OFF から ON に変化させると、直流電源 330 から 1 次側コイル 310 への通電が開始され、1 次側コイル 310 に 1 次電流が流れて点火コイル 300 内に電力が充電される。

[0069] 時刻 T2 は、コロナ放電の開始時期を示している。この時刻 T2 になると、点火制御部 83 は点火信号 SA をパルス幅変調し、パルス信号による点火信号 SA をイグナイタ 340 へ連続的に出力する。これにより、点火信号 SA において、ON から OFF への切り替えと、OFF から ON への切り替えとが交互に繰り返されるようにする。

[0070] 点火信号 SA が ON から OFF に切り替えられると、1 次側コイル 310 において 1 次電流が遮断され、それまでに充電された電力が点火コイル 300 から放出されて点火プラグ 200 に電気エネルギーが供給される。その結果、点火プラグ 200 の中心電極 210 と外側電極 220 の間に、供給された電気エネルギーに応じた電圧が印加される。一方、点火信号 SA が OFF から ON に切り替えられると、1 次側コイル 310 において 1 次電流が再び通電され、点火コイル 300 の充電が再開される。

[0071] 点火制御部 83 は、時刻 T2 から時刻 T3 までのコロナ放電期間中に、上記のような点火信号 SA のパルス幅変調を実施する。このとき点火制御部 83 は、点火コイル 300 の放電電圧を所定のコロナ放電電圧目標値 VC に近づけるように（図 5 中段参照）、点火信号 SA のパルス幅を制御する。本実施形態におけるコロナ放電とは、点火プラグ 200 の中心電極 210 と外側電極 220 の間において、部分的に絶縁破壊が発生して僅かな放電電流が流れることで、混合気がイオン化される現象のことである。コロナ放電電圧目標値 VC は、このコロナ放電を生じさせるための放電電圧の目標値であり、点火制御部 83 において絶縁破壊電圧よりも小さい値で予め設定されている。

。

[0072] 点火制御部 83 がコロナ放電期間中に上記の制御を行い、点火プラグ 200 の中心電極 210 と外側電極 220 の間にコロナ放電を発生させることで、図 5 中段の図において破線で示したように、点火プラグ 200 の中心電極 210 と外側電極 220 の間における絶縁破壊電圧が次第に低下していく。これにより、点火プラグ 200 において点火時に最初に流れる容量点火分の放電電流を低減できるため、放電電流の最大値を低下させることができる。したがって、点火を繰り返すことで点火プラグ 200 に生じる中心電極 210 や外側電極 220 の摩耗を抑えることができる。

[0073] 時刻 T3 は、コロナ放電期間が終了する点火時期を示している。この時刻 T3 になると、点火制御部 83 はコロナ放電のためのパルス幅変調を終了し、点火信号 SA を ON から OFF に切り替える。すると、1 次側コイル 310 において 1 次電流が遮断され、それまでに充電された電力が点火コイル 300 から放出されて点火プラグ 200 に電気エネルギーが供給されることで、点火プラグ 200 の中心電極 210 と外側電極 220 の間に、供給された電気エネルギーに応じた電圧が印加される。そして図 5 中段の図に示すように、点火コイル 300 の放電電圧が絶縁破壊電圧に一致すると、点火プラグ 200 の中心電極 210 と外側電極 220 の間が絶縁破壊し、アーク放電が開始する。

[0074] アーク放電が開始すると、点火制御部 83 は点火信号 SA をパルス幅変調し、コロナ放電中とは異なるパルス信号による点火信号 SA をイグナイタ 340 へ連続的に出力する。このとき点火制御部 83 は、点火コイル 300 の放電電流を所定のアーク放電電流目標値 I A に近づけるように（図 5 下段参照）、点火信号 SA のパルス幅を制御する。本実施形態におけるアーク放電とは、点火プラグ 200 の中心電極 210 と外側電極 220 の間が絶縁破壊して、コロナ放電時よりも大きな放電電流が流れ、このとき生じた火花によって混合気中の燃料が着火される現象のことである。アーク放電電流目標値 I A は、このアーク放電を安定的に継続させて燃料への着火を良好に行うた

めの放電電流の目標値であり、点火制御部 83 において予め設定されている。

[0075] 時刻 T4 は、アーク放電期間中のパルス幅変調の終了時期を示している。時刻 T4 において点火コイル 300 の放電電流がアーク放電電流目標値 I_A 未満となり、これ以上は放電電流をアーク放電電流目標値 I_A に維持できなくなると、点火制御部 83 はパルス幅変調を終了し、点火信号 S_A を OFF のままとする。これにより、点火コイル 300 の充電が終了し、図 5 中段と下段の図にそれぞれ示すように、放電電圧および放電電流が次第に低下する。その後、時刻 T5 において放電電圧と放電電流が略ゼロまで低下すると、アーク放電が終了する。すなわち、時刻 T3 から時刻 T5 までの期間がアーク放電期間であり、そのうち時刻 T3 から時刻 T4 までの期間でパルス幅変調が行われる。

[0076] なお、図 5 上段の図に示すように、コロナ放電期間中に点火信号 S_A として出力されるパルス信号の周期は、アーク放電期間中に点火信号 S_A として出力されるパルス信号の周期よりも短い。これは、コロナ放電期間中は放電電圧に基づいてパルス幅変調を行っているのに対して、アーク放電期間中は放電電流に基づいてパルス幅変調を行っているからである。これにより、点火前のコロナ放電期間中には、コロナ放電を確実に継続して絶縁破壊電圧を低下させ、その後の点火時に流れる放電電流の最大値を低減するとともに、点火後のアーク放電期間中には、放電電流を適切に制御することができる。したがって、点火プラグ 200 の中心電極 210 や外側電極 220 の摩耗を抑えつつ、燃料への着火不良を抑制することができる。

[0077] ここで、時刻 T1 から時刻 T4 までの期間では、点火コイル 300 の充電が行われる。この期間のうち、パルス幅変調を開始する前の時刻 T1 から時刻 T2 までの期間は、点火コイル 300 の充電が連続して行われる充電期間である。また、時刻 T2 から時刻 T3 までの期間はコロナ放電期間であり、この期間中に点火制御部 83 は点火信号 S_A をパルス幅変調することで、点火コイル 300 の放電電圧がコロナ放電電圧目標値 V_C となるように調節す

る。さらに、時刻T3から時刻T5までの期間はアーク放電期間であり、そのうち時刻T3から時刻T4までの期間において、点火制御部83は点火信号SAをパルス幅変調することで、点火コイル300の放電電流がアーク放電電流目標値IAとなるように調節する。これらの期間は、例えば、内燃機関100の運転状態、点火プラグ200の中心電極210や外側電極220の状態、内燃機関100における気筒150内の混合気の状態などに基づいて決定することができる。また、コロナ放電電圧目標値VCやアーク放電電流目標値IAについても、内燃機関100の運転状態、点火プラグ200の中心電極210や外側電極220の状態、内燃機関100における気筒150（燃焼室）内の混合気の状態などに基づいて決定することができる。

[0078] 図6は、点火制御部83による各設定値の設定方法の一例を示す図である。図6では、内燃機関100の運転状態、点火プラグ200の電極状態、気筒150内の混合気状態（燃焼室内のガス状態）等を含む様々な設定条件と、点火時期T3、コロナ放電期間（T3-T2）、充電期間（T2-T1）、コロナ放電電圧目標値VCおよびアーク放電電流目標値IAの各設定値との関係の一例を示している。

[0079] 点火制御部83は、図6に示す関係に基づき、次のようにして各設定値を設定することができる。例えば、内燃機関100において気筒150内に取り込まれる混合気の空燃比が薄くなる場合は、気筒150内での燃焼速度が低下する。そのため、図6に従い、点火時期T3を早くして燃焼重心を合わせるようにする。また、燃料への着火性が低下するため、図6に従い、コロナ放電期間と充電期間をそれぞれ長くするとともに、コロナ放電電圧目標値VCとアーク放電電流目標値IAをそれぞれ高くする。これにより、コロナ量を増大させるとともに、点火コイル300の放電エネルギーを増大させ、燃料への着火性を改善する。これ以外の場合でも、図6の関係に基づき、同様にして各設定値を設定することが可能である。

[0080] また、コロナ放電電圧目標値VCについては、前回またはそれ以前の過去のサイクルにおいて点火プラグ200がアーク放電を行った際に放電量検出

部 3 6 0 によって検出された絶縁破壊電圧に基づいて設定することができる。具体的には、例えば前回のサイクルにおいて所定値よりも高い絶縁破壊電圧が検出された場合は、図 6 に従い、今回のサイクルではコロナ放電電圧目標値 V_C を高く設定し、絶縁破壊電圧を低下させるようにする。反対に、例えば前回のサイクルにおいて所定値よりも低い絶縁破壊電圧が検出された場合は、今回のサイクルではコロナ放電電圧目標値 V_C を下げることにより、絶縁破壊電圧を上昇させ、点火時期 T_3 よりも前のコロナ放電期間中に絶縁破壊が生じて誤点火となるのを防止してもよい。

[0081] [点火コイルの制御方法]

次に、点火制御部 8 3 による点火コイル 3 0 0 の制御方法の一例を説明する。図 7 は、第 1 の実施形態にかかる点火制御部 8 3 による点火コイル 3 0 0 の制御方法を説明するフローチャートの一例である。第 1 の実施形態において、点火制御部 8 3 は、車両のイグニッションスイッチが ON されて内燃機関 1 0 0 の電源が投入されると、図 7 のフローチャートに従って点火コイル 3 0 0 の制御を開始する。なお、図 7 のフローチャートに示す処理は、内燃機関 1 0 0 の 1 サイクル分の処理を表しており、点火制御部 8 3 は各サイクルごとに図 7 のフローチャートに示す処理を実施する。

[0082] ステップ S 1 0 1 において、点火制御部 8 3 は、充電期間およびコロナ放電期間を設定する。ここでは、例えば内燃機関 1 0 0 の運転状態ごとに予め設定された充電期間の値を示す D W E L L マップや、図 6 に例示した設定条件と各設定値との関係を参照することで、充電期間およびコロナ放電期間を設定する。

[0083] ステップ S 1 0 2 において、点火制御部 8 3 は、コロナ放電電圧目標値 V_C を設定する。ここでは、例えば図 6 に例示した設定条件とコロナ放電電圧目標値 V_C との関係や、前サイクルまたは過去のサイクルにおいて検出した絶縁破壊電圧に基づいて、今回のサイクルにおけるコロナ放電電圧目標値 V_C を設定する。

[0084] ステップ S 1 0 3 において、点火制御部 8 3 は、アーク放電電流目標値 I

Aを設定する。ここでは、例えば図6に例示した設定条件とアーク放電電流目標値I_Aとの関係を用いて、内燃機関100の運転状態、点火プラグ200の電極状態、および気筒150内の混合気状態の少なくともいずれか一つに基づいて、今回のサイクルにおけるアーク放電電流目標値I_Aを設定する。

[0085] ステップS104において、点火制御部83は、点火コイル300の充電を開始する。

ここでは、ステップS101で設定した充電期間に従い、充電開始時期T1において点火信号SAをOFFからONに切り替えて点火コイル300の充電を開始する。

[0086] ステップS105において、点火制御部83は、ステップS104で点火コイル300の充電を開始してから、ステップS101で設定した充電期間を経過したか否かを判定する。充電期間をまだ経過していなければステップS105に留まって点火コイル300の充電を継続し、充電期間を経過したらステップS106に進む。

[0087] ステップS106において、点火制御部83は、充電量検出部350が検出した点火コイル300の充電量の情報、すなわち点火コイル300において1次側コイル310に印加された電圧および電流の情報と、放電量検出部360が検出した点火コイル300の放電量の情報、すなわち点火コイル300において2次側コイル320に発生した電圧および電流の情報を取得する。

[0088] ステップS107において、点火制御部83は、コロナ放電開始時期T2において、コロナ放電用のパルス信号の出力を開始する。ここでは、ステップS106で取得した充電量および放電量の情報に基づき、放電電圧がステップS102で設定したコロナ放電電圧目標値V_Cに近づくように点火信号SAをパルス幅変調することで、点火信号SAとして出力するパルス信号のパルス幅を調節する。なお、このときの制御には、例えばフィードバック制御が用いられる。

- [0089] ステップS 1 0 8において、点火制御部8 3は、ステップS 1 0 7でコロナ放電用のパルス信号の出力を開始してから、ステップS 1 0 1で設定したコロナ放電期間を経過したか否かを判定する。コロナ放電期間をまだ経過していなければステップS 1 0 6に戻り、放電電圧を取得してコロナ放電用のパルス信号の出力を継続する。コロナ放電期間を経過したらステップS 1 0 9に進む。
- [0090] ステップS 1 0 9において、点火制御部8 3は、点火時期T 3において点火信号S AをONからOFFに切り替えて、点火コイル3 0 0に蓄積された電気エネルギーを点火プラグ2 0 0に供給することで、点火プラグ2 0 0のアーク放電を開始する。
- [0091] ステップS 1 1 0において、点火制御部8 3は、ステップS 1 0 6と同様に、充電量検出部3 5 0が検出した点火コイル3 0 0の充電量の情報と、放電量検出部3 6 0が検出した点火コイル3 0 0の放電量の情報を取得する。なお、ここで取得される放電量の情報に含まれる放電電圧は、次のサイクル以降においてステップS 1 0 2でコロナ放電電圧目標値V Cを設定する際に、前サイクルまたは過去のサイクルにおいて検出した絶縁破壊電圧として用いられる。
- [0092] ステップS 1 1 1において、点火制御部8 3は、アーク放電用のパルス信号の出力を開始する。ここでは、ステップS 1 1 0で取得した放電量の情報に基づき、放電電流がステップS 1 0 3で設定したアーク放電電流目標値I Aに近づくように点火信号S Aをパルス幅変調することで、点火信号S Aとして出力するパルス信号のパルス幅を調節する。なお、このときの制御には、例えばフィードバック制御が用いられる。
- [0093] ステップS 1 1 2において、点火制御部8 3は、放電電流がアーク放電電流目標値I A未満となり、放電電流とアーク放電電流目標値I Aとの偏差が所定値以上になったか否かを判定する。偏差が所定値未満であればステップS 1 1 0に戻り、放電電流を取得してアーク放電用のパルス信号の出力を継続する。偏差が所定値以上になったら、これ以上は放電電流をアーク放電電

流目標値 I A に維持できないと判断し、パルス信号の出力を停止して図 7 のフローチャートによる点火コイル 300 の制御を終了する。その後は、点火コイル 300 内のエネルギーが次第に低下し、放電終了時期 T 5 において点火プラグ 200 の放電が停止する。

[0094] 次に、第 1 の実施形態にかかる点火信号 S A の他の出力方法を説明する。

[0095] [連続点火時の点火信号の出力方法]

図 8 は、連続点火を行う場合の点火信号 S A の出力方法を説明するタイミングチャートの一例である。

[0096] 図 8 において、上段、中段および下段の図は、図 5 に示したタイミングチャートとそれぞれ同様である。すなわち、上段の図は、点火制御部 83 から点火コイル 300 へ出力される点火信号 S A の ON/OFF を示している。中段の図は、点火コイル 300 の放電電圧、すなわち点火コイル 300 の 2 次側コイル 320 から点火プラグ 200 の中心電極 210 と外側電極 220 の間に印加される電圧を表している。下段の図は、点火コイル 300 の放電電流、すなわち放電電圧に応じて点火コイル 300 の 2 次側コイル 320 および点火プラグ 200 に流れる電流を表している。

[0097] 図 8 において、時刻 T 6 は 1 回目の充電開始時期を示している。この時刻 T 6 において、点火制御部 83 が点火信号 S A を OFF から ON に変化させると、直流電源 330 から 1 次側コイル 310 への通電が開始され、1 次側コイル 310 に 1 次電流が流れて点火コイル 300 内に電力が充電される。

[0098] 時刻 T 7 から時刻 T 8 までの期間は、1 回目のコロナ放電期間を示している。この期間では、点火制御部 83 は図 5 におけるコロナ放電期間 (T 3 - T 2) と同様に、点火コイル 300 の放電電圧をコロナ放電電圧目標値 V C に近づけるように、点火信号 S A をパルス幅変調して出力する。

[0099] 時刻 T 8 は、1 回目のコロナ放電期間が終了する点火時期を示している。この時刻 T 8 になると、点火制御部 83 はコロナ放電のためのパルス幅変調を終了し、点火信号 S A を ON から OFF に切り替える。すると、1 次側コイル 310 において 1 次電流が遮断され、それまでに充電された電力が点火

コイル 300 から放出されて点火プラグ 200 に電気エネルギーが供給されることで、図 5 における点火時期 T3 と同様に、点火プラグ 200 の中心電極 210 と外側電極 220 の間が絶縁破壊して 1 回目のアーク放電が開始する。

[0100] 1 回目のアーク放電が開始すると、点火制御部 83 は図 5 におけるアーク放電中のパルス信号出力期間 (T4 - T3) と同様に、点火コイル 300 の放電電流をアーク放電電流目標値 I_A に近づけるように、点火信号 S_A をパルス幅変調して出力する。その後、時刻 T9 において放電電流がアーク放電電流目標値 I_A 未満となり、これ以上は放電電流をアーク放電電流目標値 I_A に維持できなくなると、点火制御部 83 はパルス幅変調を一旦終了する。これにより、点火コイル 300 の充電が終了し、放電電圧および放電電流が次第に低下する。

[0101] 時刻 T10 は、2 回目の充電開始時期を示している。この時刻 T10 において、点火制御部 83 が点火信号 S_A を OFF から ON に変化させると、直流電源 330 から 1 次側コイル 310 への通電が再開され、1 次側コイル 310 に 1 次電流が流れて点火コイル 300 内に電力が充電される。

[0102] 2 回目の充電が終了する時刻 T11 以降では、点火制御部 83 は時刻 T7 ~ T9 と同様の制御を行う。すなわち、時刻 T11 から時刻 T12 までの期間は 2 回目のコロナ放電期間であり、この期間において点火制御部 83 は、点火コイル 300 の放電電圧をコロナ放電電圧目標値 V_C に近づけるように、点火信号 S_A をパルス幅変調して出力する。時刻 T12 になると、点火制御部 83 はコロナ放電のためのパルス幅変調を終了し、点火信号 S_A を ON から OFF に切り替えて、2 回目のアーク放電を開始する。そして、点火コイル 300 の放電電流をアーク放電電流目標値 I_A に近づけるように、点火信号 S_A をパルス幅変調して出力する。時刻 T13 において放電電流がアーク放電電流目標値 I_A 未満となり、これ以上は放電電流をアーク放電電流目標値 I_A に維持できなくなると、点火制御部 83 はパルス幅変調を終了する。これにより、放電電圧および放電電流を次第に低下させ、アーク放電を終

了させる。

[0103] 点火制御部 83 は、以上説明したような制御により、連続点火を行う場合にも、図 5 で説明したのと同様の効果を得ることができる。すなわち、点火前のコロナ放電期間中には、コロナ放電を確実に継続して絶縁破壊電圧を低下させ、その後の点火時に流れる放電電流の最大値を低減するとともに、点火後のアーク放電期間中には、放電電流を適切に制御することができる。したがって、点火プラグ 200 の中心電極 210 や外側電極 220 の摩耗を抑えつつ、燃料への着火不良を抑制することができる。

[0104] [放電短絡時の点火信号の出力方法]

図 9 は、絶縁破壊後にアーク放電の中断（短絡）が発生した場合の点火信号 SA の出力方法を説明するタイミングチャートの一例である。

[0105] 図 9 において、上段、中段および下段の図は、図 5 に示したタイミングチャートとそれぞれ同様である。すなわち、上段の図は、点火制御部 83 から点火コイル 300 へ出力される点火信号 SA の ON/OFF を示している。中段の図は、点火コイル 300 の放電電圧、すなわち点火コイル 300 の 2 次側コイル 320 から点火プラグ 200 の中心電極 210 と外側電極 220 の間に印加される電圧を表している。下段の図は、点火コイル 300 の放電電流、すなわち放電電圧に応じて点火コイル 300 の 2 次側コイル 320 および点火プラグ 200 に流れる電流を表している。また、時刻 T1～T5 についても、図 5 に示したタイミングチャートとそれぞれ同様である。すなわち、時刻 T1 は充電開始時期、時刻 T2 はコロナ放電の開始時期、時刻 T3 は点火時期、時刻 T4 はアーク放電期間中のパルス幅変調の終了時期、時刻 T5 はアーク放電の終了時期をそれぞれ表している。

[0106] ここで、時刻 T3 から時刻 T4 までの期間において、点火コイル 300 の放電電流を所定のアーク放電電流目標値 I_A に近づけるように、点火制御部 83 がパルス幅変調による点火コイル 300 の充放電制御を実施しているときに、アーク放電の中断（短絡）が発生したとする。この場合、点火制御部 83 は、下段の図に示すように、アーク放電電流目標値 I_A を増加させるよ

うに修正する。これにより、アーク放電を再開させ、その後のアーク放電を安定的に継続できるようにする。なお、次回以降のサイクルにおいては、この修正後のアーク放電電流目標値 I_A を用いるようにしてもよい。

[0107] [絶縁破壊後の時間経過に応じた点火信号の出力方法]

図10は、絶縁破壊後の経過時間に応じた点火信号 S_A の出力方法を説明するタイミングチャートの一例である。

[0108] 図10において、上段、中段および下段の図は、図5に示したタイミングチャートとそれぞれ同様である。すなわち、上段の図は、点火制御部83から点火コイル300へ出力される点火信号 S_A のON/OFFを示している。中段の図は、点火コイル300の放電電圧、すなわち点火コイル300の2次側コイル320から点火プラグ200の中心電極210と外側電極220の間に印加される電圧を表している。下段の図は、点火コイル300の放電電流、すなわち放電電圧に応じて点火コイル300の2次側コイル320および点火プラグ200に流れる電流を表している。また、時刻 $T_1 \sim T_5$ についても、図5に示したタイミングチャートとそれぞれ同様である。すなわち、時刻 T_1 は充電開始時期、時刻 T_2 はコロナ放電の開始時期、時刻 T_3 は点火時期、時刻 T_4 はアーク放電期間中のパルス幅変調の終了時期、時刻 T_5 はアーク放電の終了時期をそれぞれ表している。

[0109] 図10の場合、点火制御部83は、下段の図に示すように、絶縁破壊後の経過時間、すなわちアーク放電を開始しての経過時間に応じて、アーク放電電流目標値 I_A を次第に増加させる。これにより、気筒150内の混合気の流れ等によって放電経路が伸びた場合でも、アーク放電を安定的に継続できるようにする。なお、このようなアーク放電電流目標値 I_A は、例えば任意の多項式を用いて定義（算出）することが可能である。

[0110] ここで、時刻 T_3 から時刻 T_4 までの期間において、図9の場合と同様に、アーク放電の中断（短絡）が発生したとする。この場合、点火制御部83は、下段の図に示すように、アーク放電電流目標値 I_A を不連続に増加させ、その後は中断前と同様に、連続的に増加させるように修正する。これによ

り、アーク放電を再開させ、その後のアーク放電を安定的に継続できるようにする。なお、こうしたアーク放電電流目標値 I_A の修正は、アーク放電電流目標値 I_A を定義する多項式の修正により実現できる。例えば、アーク放電電流目標値 I_A が 1 次の多項式で定義されている場合には、その式の傾きと切片（初期値）を修正することにより、上記のようなアーク放電電流目標値 I_A の修正が可能である。また、次回以降のサイクルにおいては、この修正後のアーク放電電流目標値 I_A を用いるようにしてもよい。

[0111] 以上説明した本発明の第 1 の実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

[0112] (1) 内燃機関用の制御装置 1 は、内燃機関 100 の気筒 150 内で放電して燃料への点火を行う点火プラグ 200 に対し電気エネルギーを与える点火コイル 300 の通電を制御する点火制御部 83 を備える。点火制御部 83 は、点火プラグ 200 の電極間の絶縁破壊前には、点火コイル 300 に接続されたイグナイタ 340 に第 1 のパルス信号（コロナ放電用のパルス信号）を連続して送信し、点火プラグ 200 の電極間の絶縁破壊後には、イグナイタ 340 に第 2 のパルス信号（アーク放電用のパルス信号）を連続して送信することにより、点火コイル 300 の通電を制御する。このとき、コロナ放電用のパルス信号の周期は、アーク放電用のパルス信号の周期よりも短い。このようにしたので、内燃機関 100 における点火プラグ 200 の電極の摩耗を抑えつつ、点火プラグ 200 による燃料への着火不良を抑制することができる。

[0113] (2) 点火制御部 83 は、点火プラグ 200 の電極間の絶縁破壊前（時刻 T_3 以前）には、点火コイル 300 の放電電圧を所定の電圧目標値（コロナ放電電圧目標値 V_C ）に近づけるように、コロナ放電用のパルス信号をパルス幅変調して送信する（ステップ S107）。また、点火制御部 83 は、点火プラグ 200 の電極間の絶縁破壊後（時刻 T_3 以降）には、点火コイル 300 の放電電流を所定の電流目標値（アーク放電電流目標値 I_A ）に近づけるように、アーク放電用のパルス信号をパルス幅変調して送信する（ステップ

S 1 1 1)。このようにしたので、絶縁破壊前と絶縁破壊後とで、それぞれ最適なパルス信号を出力して点火コイル 3 0 0 の放電制御を行うことができる。

[0114] (3) コロナ放電電圧目標値 V C は、点火プラグ 2 0 0 の電極間の絶縁破壊電圧よりも小さく設定される。このようにしたので、点火時期 T 3 よりも前のコロナ放電期間中に絶縁破壊が生じて誤点火となるのを防止することができる。

[0115] (4) 点火制御部 8 3 は、過去に点火プラグ 2 0 0 が放電した際に検出された絶縁破壊電圧に基づいて、コロナ放電電圧目標値 V C を設定することができる(ステップ S 1 0 2)。このようにすれば、内燃機関 1 0 0 の運転状態や気筒 1 5 0 内の混合気の状態に応じて、最適なコロナ放電電圧目標値 V C を設定することが可能となる。

[0116] (5) 点火制御部 8 3 は、内燃機関 1 0 0 の運転状態、点火プラグ 2 0 0 の電極の状態、および内燃機関 1 0 0 の気筒 1 5 0 内の混合気の状態の少なくともいずれか一つに基づいて、アーク放電電流目標値 I A を設定することができる(ステップ S 1 0 3)。このようにすれば、これらの様々な設定条件に応じて、最適なアーク放電電流目標値 I A を設定することが可能となる。

[0117] (6) 点火制御部 8 3 は、点火プラグ 2 0 0 の電極間の絶縁破壊後に放電が中断した場合は、図 9 で説明したように、アーク放電電流目標値 I A を増加させてもよい。このようにすれば、再開後のアーク放電を安定的に継続させることができる。

[0118] (7) 点火制御部 8 3 は、図 1 0 で説明したように、点火プラグ 2 0 0 の電極間の絶縁破壊後の経過時間に応じて、アーク放電電流目標値 I A を次第に増加させてもよい。このようにすれば、アーク放電中に放電経路が伸びた場合でも、アーク放電を安定的に継続させることができる。

[0119] (8) 点火コイル 3 0 0 は、1 次電流が流れる 1 次側コイル 3 1 0 と、1 次電流が通電および遮断されることで点火プラグ 2 0 0 の電極間に電圧を発生させる 2 次側コイル 3 2 0 とを有する。点火制御部 8 3 は、コロナ放電用の

パルス信号およびアーク放電用のパルス信号を用いて１次電流の通電および遮断を制御することで、２次側コイル３２０が点火プラグ２００の電極間に発生させる電圧と、２次側コイル３２０に流れる電流とをそれぞれ制御する。このようにしたので、点火プラグ２００に合わせて点火コイル３００の通電を確実にかつ容易に制御することができる。

[0120] （９）内燃機関用の制御装置１は、内燃機関１００の気筒１５０内で放電して燃料への点火を行う点火プラグ２００に対し電気エネルギーを与える点火コイル３００の通電を制御する点火制御部８３を備える。点火制御部８３は、点火プラグ２００の電極間の絶縁破壊前には、絶縁破壊電圧よりも小さい所定の電圧（コロナ放電電圧目標値ＶＣ）が点火プラグ２００の電極間に発生し、点火プラグ２００の電極間の絶縁破壊後には、点火プラグ２００に所定の電流（アーク放電電流目標値ＩＡ）が流れるように、点火コイル３００の通電を制御する。このようにしたので、内燃機関１００における点火プラグ２００の電極の摩耗を抑えつつ、点火プラグ２００による燃料への着火不良を抑制することができる。

[0121] ー第２の実施形態ー

次に、本発明の第２の実施形態にかかる内燃機関用制御装置を説明する。第２の実施形態では、コロナ放電中やアーク放電中に検出した点火プラグ２００の放電電流や放電電圧に基づいて、内燃機関１００の気筒１５０内における混合気の流速を推定する例を説明する。なお、第２の実施形態にかかる内燃機関１００の構成や制御装置１のハードウェア構成は、第１の実施形態と同様であるため、以下では説明を省略する。

[0122] [制御装置の機能ブロック]

図１１は、第２の実施形態にかかる制御装置１の機能構成を説明する機能ブロック図である。この制御装置１の各機能は、例えばＭＰＵ５０がＲＯＭ６０に記憶された制御プログラムを実行することで、出力回路８０ａで実現される。なお、第２の実施形態にかかる制御装置１では、第１の実施形態において図３に示した出力回路８０に替えて、図１１に示す出力回路８０ａが

設けられている。

[0123] 図 1 1 に示すように、第 2 の実施形態にかかる制御装置 1 の出力回路 8 0 a は、図 3 で説明した各機能ブロックに加えて、さらに流速推定部 9 0 を有している。流速推定部 9 0 は、充電量検出部 3 5 0 が検出した点火コイル 3 0 0 の充電量と、放電量検出部 3 6 0 が検出した点火プラグ 2 0 0 の放電電流や放電電圧とを入力し、これらの値に基づいて各気筒 1 5 0 内における混合気の流速を推定する機能を有する。流速推定部 9 0 からの流速情報 S 1 1 は、全体制御部 8 1 に入力され、全体制御部 8 1 が行う燃料噴射制御部 8 2 や点火制御部 8 3 の制御に利用されるとともに、点火制御部 8 3 に入力され、点火制御部 8 3 が行う点火プラグ 2 0 0 の放電制御（点火制御）に利用される。

[0124] [点火コイルの電気回路]

図 1 2 は、第 2 の実施形態にかかる点火コイル 3 0 0 を含む電気回路 4 0 0 a を説明する図である。なお、第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態において図 4 に示した電気回路 4 0 0 に替えて、図 1 2 に示す電気回路 4 0 0 a が設けられている。

[0125] 図 1 2 に示すように、第 2 の実施形態にかかる電気回路 4 0 0 a は、図 4 で説明した各構成要素に加えて、さらに流速推定部 9 0 を有している。流速推定部 9 0 は、充電量検出部 3 5 0 が検出した 1 次側コイル 3 1 0 の電圧および電流と、放電量検出部 3 6 0 が検出した点火プラグ 2 0 0 の放電電流または放電電圧とを取得する。そして、取得したこれらの値に基づいて、気筒 1 5 0 内における混合気の流速を演算し、演算結果を流速情報 S 1 1 として点火制御部 8 3 に出力する。点火制御部 8 3 は、入力された流速情報 S 1 1 に基づき、イグナイタ 3 4 0 に出力する点火信号 S A を制御することで、点火プラグ 2 0 0 の放電制御を行う。

[0126] [流速推定の概要]

次に、第 2 の実施形態にかかる気筒 1 5 0 内の混合気の流速推定の概要を説明する。

[0127] 気筒 150 内において、点火プラグ 200 の電極間でコロナ放電またはアーク放電が行われているときに混合気の流速が変化すると、電極間での放電経路が変化し、それに応じて通電距離が変化する。そのため、電極間の抵抗値が変化し、これに伴って放電電圧に対する放電電流の比率が変化する。一方、点火コイル 300 の出力電圧は充電量によって変化する。したがって、コロナ放電またはアーク放電中に混合気の流速が変化すると、点火プラグ 200 の放電電流、または放電電流を放電電圧で割った商が変化することになる。

ここで、放電電流を放電電圧で割った商は、点火プラグ 200 の電極間の抵抗値に相当する。

[0128] 第 2 の実施形態では、上記の関係を利用して、コロナ放電またはアーク放電中における気筒 150 内の混合気の流速を推定する。すなわち、混合気の流速を一定とした場合の点火コイル 300 の充電量毎の放電電流、または放電電流を放電電圧で割った商を予め取得しておき、これらと実測値との乖離から、混合気の流速を推定する。

[0129] 以下では図 13 を参照して、第 2 の実施形態にかかる気筒 150 内の混合気の流速推定の具体例を説明する。

[0130] 図 13 は、第 2 の実施形態にかかる流速推定方法の一例を説明する図である。図 13 (a) は、点火コイル 300 の充電量を示し、図 13 (b) は、点火プラグ 200 の電極間における混合気の流速を示している。図 13 (c) は、放電電圧または放電電流を示しており、図 13 (d) は、放電電圧または放電電流の傾きを示している。図 13 (e) は、点火信号 SA の ON/OFF を示し、図 13 (f) は、点火信号 SA の周期を示し、図 13 (g) は、点火信号 SA のデューティ比を示している。図 13 (h) は、点火プラグ 200 の電極間における混合気の流速推定結果を示している。

[0131] 第 1 の実施形態で説明したように、コロナ放電またはアーク放電中に出力される点火信号 SA のパルス幅がパルス幅変調によって調節されることで、点火コイル 300 の充電量が例えば図 13 (a) に示すように変化したとす

る。このときの各時点における点火コイル 300 の充電量は、充電量検出部 350 により検出される電圧および電流の積から求められる充電量と、放電量検出部 360 により検出される電圧および電流の積から求められる放電量との差分を計算し、その差分を積算することで算出できる。

[0132] 点火制御部 83 は、点火信号 S A のパルス幅変調において、コロナ放電中には放電電圧がコロナ放電電圧目標値 V C に近づくように、またアーク放電中には放電電流がアーク放電電流目標値 I A に近づくように、点火制御を実施する。このとき点火制御部 83 は、図 13 (c) に示すように、目標値（コロナ放電電圧目標値 V C またはアーク放電電流目標値 I A）を中心に所定幅の不感帯を設け、放電電圧または放電電流がこの不感帯の範囲内となるように、点火信号 S A のパルス幅を変調する。これにより、点火信号 S A のパルス幅は、図 13 (e) に示すように変化する。このパルス幅は、図 13 (c) に示す不感帯の幅と、放電電圧または放電電流の変化の傾きとによって決まる。ここで、不感帯の幅は予め定めた値で設定し、パルス幅変調の途中では変化させないことが好ましい。

[0133] 一方、図 13 (c) に示す放電電圧または放電電流の傾きは、点火信号 S A のパルス毎に変化する。この傾きの変化を図示すると、図 13 (d) に示すようになる。ここで、放電電圧または放電電流の傾きは、主に点火コイル 300 の充電量と、点火プラグ 200 の電極間での混合気の流速の影響とを受けて変化する。すなわち、点火信号 S A のパルス幅は、主に点火コイル 300 の充電量と点火プラグ 200 の電極間における混合気の流速とによって決定される。

[0134] 図 13 (e) に示した点火信号 S A の各パルスの幅から、図 13 (f) に示すように点火信号 S A の周期がパルス毎に求められる。なお、図 13 (f) では、図 13 (e) に対して 1 パルス分の遅れが生じている。この各パルスの周期から、図 13 (g) に示すように点火信号 S A のデューティ比が求められる。

[0135] ここで、図 13 (b) において破線で示すように、混合気の流速変化が無

ければ、点火プラグ200の電極間における抵抗値は一定となる。そのため、図13(g)において破線で示すように、点火信号SAのデューティ比は点火コイル300の充電量に応じて変化する。一方、図13(b)において実線で示すように、混合気の流速が減少方向に変化した場合は、点火プラグ200の電極間における抵抗値も減少方向に変化する。そのため、図13(g)において実線で示すように、点火信号SAのデューティ比は、流速変化が無い場合よりも大きくなる。なお、仮に点火信号SAの各パルスの出力時における充電量と放電量がそれぞれ一定であり、かつ混合気の流速変化が無ければ、点火信号SAのデューティ比は一定となる。

[0136] 流速推定部90は、放電電圧または放電電流の変化に応じた点火信号SAのデューティ比を上記のようにして求め、これを所定の流速条件において予め取得した充電量とデューティ比の関係を表すマップ情報と比較することで、点火コイル300の充電量に対するデューティ比の理論値と実測値の乖離量を求める。この乖離量の大きさは、点火プラグ200の電極間における混合気の流速による影響分を表している。そのため、流速推定部90は、求めた乖離量を予め設定された近似式に代入する等の方法により、乖離量から混合気の流速を推定することができる。なお、マップ情報が表す充電量とデューティ比の関係は、充電量に対する放電電流、または放電電流を放電電圧で割った商との関係に相当する。

[0137] さらに、流速推定部90は、これまでに推定した混合気の流速の変化に基づいて将来の混合気の流速を推定することもできる。例えば図13(h)に示すように、これまでに得られた流速推定結果が一定の割合で減少し続けている場合は、破線で示す延長線を将来の混合気の推定結果として求めることができる。

[0138] [点火コイルの制御方法]

図14は、第2の実施形態にかかる点火コイル300の制御方法を説明するフローチャートの一例である。第2の実施形態において、点火制御部83は、ステップS101～S112では、第1の実施形態で説明した図7のフ

ローチャートと同様の処理をそれぞれ実施する。また、ステップS 1 0 7とS 1 0 8の間、およびステップS 1 1 1とS 1 1 2の間では、流速推定部9 0により、図1 5に示す流速推定処理をそれぞれ実施する。

[0139] 図1 5は、ステップS 2 0 0で実施される流速推定処理を説明するフローチャートの一例である。

[0140] ステップS 2 0 1において、流速推定部9 0は、点火コイル3 0 0内の現在の充電量を算出する。ここでは、充電量検出部3 5 0が検出した1次側コイル3 1 0の電圧および電流の情報と、放電量検出部3 6 0が検出した2次側コイル3 2 0の電圧および電流の情報とを用いて、充電量と放電量をそれぞれ算出し、充電開始から現在までのこれらの差分を積算することで、点火コイル3 0 0内の現在の充電量を算出する。

[0141] ステップS 2 0 2において、流速推定部9 0は、点火制御部8 3が点火信号S Aとして出力したパルス信号のデューティ比を算出する。ここでは前述のように、点火信号S Aの各パルスの幅から点火信号S Aの周期を求めることで、点火信号S Aのデューティ比を算出する。

[0142] ステップS 2 0 3において、流速推定部9 0は、ステップS 2 0 2で算出したデューティ比を、予め定められた基準流速マップと比較する。ここで比較される基準流速マップとは、所定の流速条件において予め取得した充電量とデューティ比の関係を表すマップ情報であり、制御装置1においてROM 6 0に記憶されている。このとき流速推定部9 0は、ステップS 2 0 1で算出した充電量に基づき、点火コイル3 0 0内の現在の充電量に対応するデューティ比の理論値を基準流速マップにおいて参照し、ステップS 2 0 2で算出したデューティ比の実測値との差分を演算する。

[0143] ステップS 2 0 4において、流速推定部9 0は、ステップS 2 0 3の比較結果に基づいて、点火プラグ2 0 0の電極間における現在の混合気の流速を推定する。ここでは、ステップS 2 0 3で求めたデューティ比の理論値と実測値との差分から、予め設定された関数等を用いて、基準流速に対する現在の流速を推定する。なお、ステップS 2 0 4では、点火信号S Aのパルス毎

に求められるデューティ比に基づき、コロナ放電またはアーク放電中の流速の推定結果をパルス毎に求めることができる。

[0144] ステップS205において、流速推定部90は、ステップS204で推定した現在の混合気の流速に基づいて、将来の混合気の流速を推定する。ここでは、ステップS204で得られた流速推定結果の履歴から、将来の流速推定結果を求める。例えば、これまでの流速推定結果に対応する近似直線または近似曲線を求め、これを用いて、将来の任意時点における流速推定結果を求めることができる。

[0145] ステップS205の処理を実施したら、流速推定部90は図15の流速推定処理を終了し、図14のステップS108またはS112へ進む。

[0146] 流速推定部90では、以上説明したようにして、コロナ放電中やアーク放電中における気筒内150内の混合気の流速を推定する。この流速推定結果は、点火制御部83の点火制御に利用することができる。具体的には、例えばステップS204で推定された流速が目標値から大きく乖離しており、そのため着火困難と判断される場合には、ステップS205で推定された将来の流速推定結果に基づいて、次回以降のサイクルにおける充電期間や点火時期を設定する。このようにすれば、混合気をより安定して燃焼させ、高い熱効率を得られるようにすることができる。

[0147] 以上説明した混合気の流速推定方法は、アーク放電の有無や点火コイル300の充電量に関わらず実行できる。そのため、内燃機関100の動作行程（圧縮工程や膨張行程）や、点火プラグ200の電極間におけるガスの可燃性などに関わらず、電極間のガス流速を連続的に検知することが可能となる。このため、点火コイル300の充放電中に短期間での検知を繰り返すことが可能となり、高精度で安定した流速検出を実現できる。なお、コロナ放電またはアーク放電における放電電流や放電電圧は、点火コイル300の充電量と点火プラグ200の電極間でのガス流速の他に、電極間距離、電極形状、ガス圧力、ガス温度、電極温度、ガス成分、ガス湿度などの影響を受ける。そのため、できる限り流速以外の変化が小さい条件で、放電電流や放電電

圧を検出することが望ましい。

[0148] 以上説明した本発明の第2の実施形態によれば、第1の実施形態で説明したものに加えて、さらに以下の作用効果を奏する。

[0149] (10) 内燃機関用の制御装置1は、内燃機関100の気筒150内における混合気の流速を推定する流速推定部90を備える。流速推定部90は、気筒150内で放電して燃料への点火を行う点火プラグ200の放電電流および放電電圧の少なくとも一方に基づいて、流速を推定する。このようにしたので、内燃機関100の状態や気筒150内における混合気の状態に関わらず、混合気の流速を高精度に推定することができる。したがって、この推定結果を利用して、点火プラグ200による燃料への着火不良を抑制することが可能となる。

[0150] (11) 流速推定部90は、点火プラグ200の電極間の絶縁破壊前における放電電圧（コロナ放電中の放電電圧）および絶縁破壊後における放電電流（アーク放電中の放電電流）の少なくとも一方に基づいて、混合気の流速を連続的に推定する。このようにしたので、コロナ放電期間、アーク放電期間のいずれにおいても、任意のタイミングで混合気の流速を推定することができる。

[0151] (12) 点火プラグ200には点火コイル300が接続されており、点火コイル300は、放電電流または放電電圧に基づいてパルス幅変調されたパルス信号を用いて通電制御される。流速推定部90は、このパルス信号のデューティ比に基づいて混合気の流速を推定する（ステップS202～S204）。このようにしたので、パルス幅変調された点火信号SAを用いて、混合気の流速を正確かつ容易に推定することができる。

[0152] (13) 流速推定部90は、推定した混合気の流速の変化に基づいて将来の混合気の流速を推定する（ステップS205）。このようにしたので、現在の流速に加えて、さらに将来の流速をも推定することが可能となる。

[0153] (14) 制御装置1は、流速推定部90が推定した将来の混合気の流速に基づいて、点火プラグ200の放電を制御する点火制御部83を備える。この

ようにしたので、より一層適切に点火プラグ200の放電を制御することが可能となる。

[0154] なお、以上説明した第2の実施形態では、第1の実施形態で説明した点火制御に加えて、さらに流速推定部90による混合気の流速推定を行う例を説明したが、これらを別々に実施してもよい。少なくとも点火信号SAをパルス幅変調して出力するものであれば、流速推定部90による混合気の流速推定が可能である。

[0155] また、以上説明した各実施形態において、図3や図11で説明した制御装置1の各機能構成は、前述のようにMPU50で実行されるソフトウェアにより実現してもよいし、あるいはFPGA (Field-Programmable Gate Array) 等のハードウェアにより実現してもよい。また、これらを混在して使用してもよい。

[0156] 以上説明した各実施形態では、一つの点火コイル300を用いて点火プラグ200の点火制御を行うことにより、図5、8、9、10でそれぞれ例示した放電電圧および放電電流を実現する例を説明したが、複数個の点火コイル300を組み合わせ用いてもよい。

例えば、複数個の点火コイル300のうち、少なくともいずれか一つの点火コイル300に接続されたイグナイタ340に対しては、第1、第2の実施形態でそれぞれ説明したようなパルス幅変調により生成した点火信号SAを点火制御部83から出力し、他の点火コイル300に接続されたイグナイタ340に対しては、パルス幅変調されていない従来の点火信号SAを点火制御部83から出力する。そして、これらの点火コイル300から放出される電気エネルギーを合成（重畳）して点火プラグ200に供給することで、図5、8、9、10でそれぞれ例示した放電電圧および放電電流を含めて、任意の放電電圧波形および放電電流波形を実現することができる。なお、全ての点火コイル300に接続されたイグナイタ340に対して、パルス幅変調により生成した点火信号SAを出力してもよい。

[0157] 以上説明した各実施形態や各種変形例はあくまで一例であり、発明の特徴

が損なわれない限り、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。また、上記では種々の実施形態や変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

[0158] 1 : 制御装置、10 : アナログ入力部、20 : デジタル入力部、30 : A/D変換部、40 : RAM、50 : MPU、60 : ROM、70 : I/Oポート、80, 80a : 出力回路、81 : 全体制御部、82 : 燃料噴射制御部、83 : 点火制御部、84 : 気筒判別部、85 : 角度情報生成部、86 : 回転数情報生成部、87 : 吸気量計測部、88 : 負荷情報生成部、89 : 水温計測部、90 : 流速推定部、100 : 内燃機関、110 : エアクリーナ、111 : 吸気管、112 : 吸気マニホールド、113 : スロットル弁、113a : スロットル開度センサ、114 : 流量センサ、115 : 吸気温センサ、120 : リングギア、121 : クランク角センサ、122 : 水温センサ、123 : クランクシャフト、125 : アクセルペダル、126 : アクセルポジションセンサ、130 : 燃料タンク、131 : 燃料ポンプ、132 : プレッシャレギュレータ、133 : 燃料配管、134 : 燃料噴射弁、140 : 燃焼圧センサ、150 : 気筒、151 : 吸気弁、152 : 排気弁、160 : 排気マニホールド、161 : 三元触媒、162 : 上流側空燃比センサ、163 : 下流側空燃比センサ、170 : ピストン、200 : 点火プラグ、210 : 中心電極、220 : 外側電極、230 : 絶縁体、300 : 点火コイル、310 : 1次側コイル、320 : 2次側コイル、330 : 直流電源、340 : イグナイタ、350 : 充電量検出部、360 : 放電量検出部、400, 400a : 電気回路

請求の範囲

- [請求項1] 内燃機関の気筒内で放電して燃料への点火を行う点火プラグに対し電気エネルギーを与える点火コイルの通電を制御する点火制御部を備え、
- 前記点火制御部は、前記点火プラグの電極間の絶縁破壊前には、前記点火コイルに接続されたイグナイタに第1のパルス信号を連続して送信し、前記点火プラグの電極間の絶縁破壊後には、前記イグナイタに第2のパルス信号を連続して送信することにより、前記点火コイルの通電を制御し、
- 前記第1のパルス信号の周期は、前記第2のパルス信号の周期よりも短い内燃機関用制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の内燃機関用制御装置において、
- 前記点火制御部は、前記点火プラグの電極間の絶縁破壊前には、前記点火コイルの放電電圧を所定の電圧目標値に近づけるように、前記第1のパルス信号をパルス幅変調して送信し、
- 前記点火制御部は、前記点火プラグの電極間の絶縁破壊後には、前記点火コイルの放電電流を所定の電流目標値に近づけるように、前記第2のパルス信号をパルス幅変調して送信する内燃機関用制御装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の内燃機関用制御装置において、
- 前記電圧目標値は、前記点火プラグの電極間の絶縁破壊電圧よりも小さく設定される内燃機関用制御装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の内燃機関用制御装置において、
- 前記点火制御部は、過去に前記点火プラグが放電した際に検出された前記絶縁破壊電圧に基づいて、前記電圧目標値を設定する内燃機関用制御装置。
- [請求項5] 請求項2から請求項4のいずれか一項に記載の内燃機関用制御装置において、
- 前記点火制御部は、前記内燃機関の運転状態、前記点火プラグの電

極の状態、および前記内燃機関の気筒内の混合気の状態の少なくともいずれか一つに基づいて、前記電流目標値を設定する内燃機関用制御装置。

[請求項6] 請求項2から請求項4のいずれか一項に記載の内燃機関用制御装置において、

前記点火制御部は、前記点火プラグの電極間の絶縁破壊後に放電が中断した場合は、前記電流目標値を増加させる内燃機関用制御装置。

[請求項7] 請求項2から請求項4のいずれか一項に記載の内燃機関用制御装置において、

前記点火制御部は、前記点火プラグの電極間の絶縁破壊後の経過時間に応じて、前記電流目標値を次第に増加させる内燃機関用制御装置。

[請求項8] 請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の内燃機関用制御装置において、

前記点火コイルは、1次電流が流れる1次側コイルと、前記1次電流が通電および遮断されることで前記点火プラグの電極間に電圧を発生させる2次側コイルとを有し、

前記点火制御部は、前記第1のパルス信号および前記第2のパルス信号を用いて前記1次電流の通電および遮断を制御することで、前記2次側コイルが前記点火プラグの電極間に発生させる前記電圧と、前記2次側コイルに流れる電流とをそれぞれ制御する内燃機関用制御装置。

[請求項9] 内燃機関の気筒内で放電して燃料への点火を行う点火プラグに対し電気エネルギーを与える点火コイルの通電を制御する点火制御部を備え、

前記点火制御部は、前記点火プラグの電極間の絶縁破壊前には、絶縁破壊電圧よりも小さい所定の電圧が前記点火プラグの電極間に発生し、前記点火プラグの電極間の絶縁破壊後には、前記点火プラグに所

定の電流が流れるように、前記点火コイルの通電を制御する内燃機関用制御装置。

[請求項10] 内燃機関の気筒内における混合気の流速を推定する流速推定部を備え、

前記流速推定部は、前記気筒内で放電して燃料への点火を行う点火プラグの放電電流および放電電圧の少なくとも一方に基づいて、前記流速を推定する内燃機関用制御装置。

[請求項11] 請求項10に記載の内燃機関用制御装置において、

前記流速推定部は、前記点火プラグの電極間の絶縁破壊前における前記放電電圧および絶縁破壊後における前記放電電流の少なくとも一方に基づいて、前記流速を連続的に推定する内燃機関用制御装置。

[請求項12] 請求項10または請求項11に記載の内燃機関用制御装置において、

前記点火プラグには点火コイルが接続されており、

前記点火コイルは、前記放電電流または前記放電電圧に基づいてパルス幅変調されたパルス信号を用いて通電制御され、

前記流速推定部は、前記パルス信号のデューティ比に基づいて前記流速を推定する内燃機関用制御装置。

[請求項13] 請求項10または請求項11に記載の内燃機関用制御装置において、

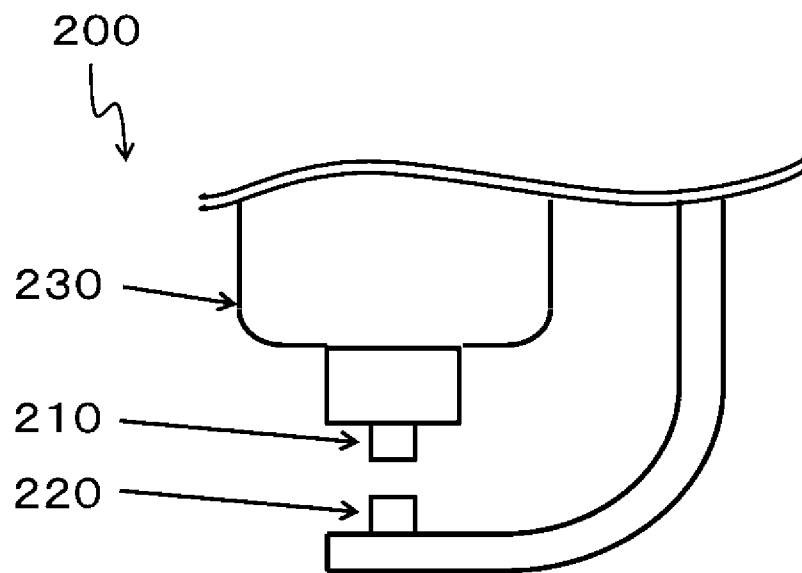
前記流速推定部は、推定した前記混合気の流速の変化に基づいて将来の前記混合気の流速を推定する内燃機関用制御装置。

[請求項14] 請求項13に記載の内燃機関用制御装置において、

前記流速推定部が推定した将来の前記混合気の流速に基づいて、前記点火プラグの放電を制御する点火制御部を備える内燃機関用制御装置。

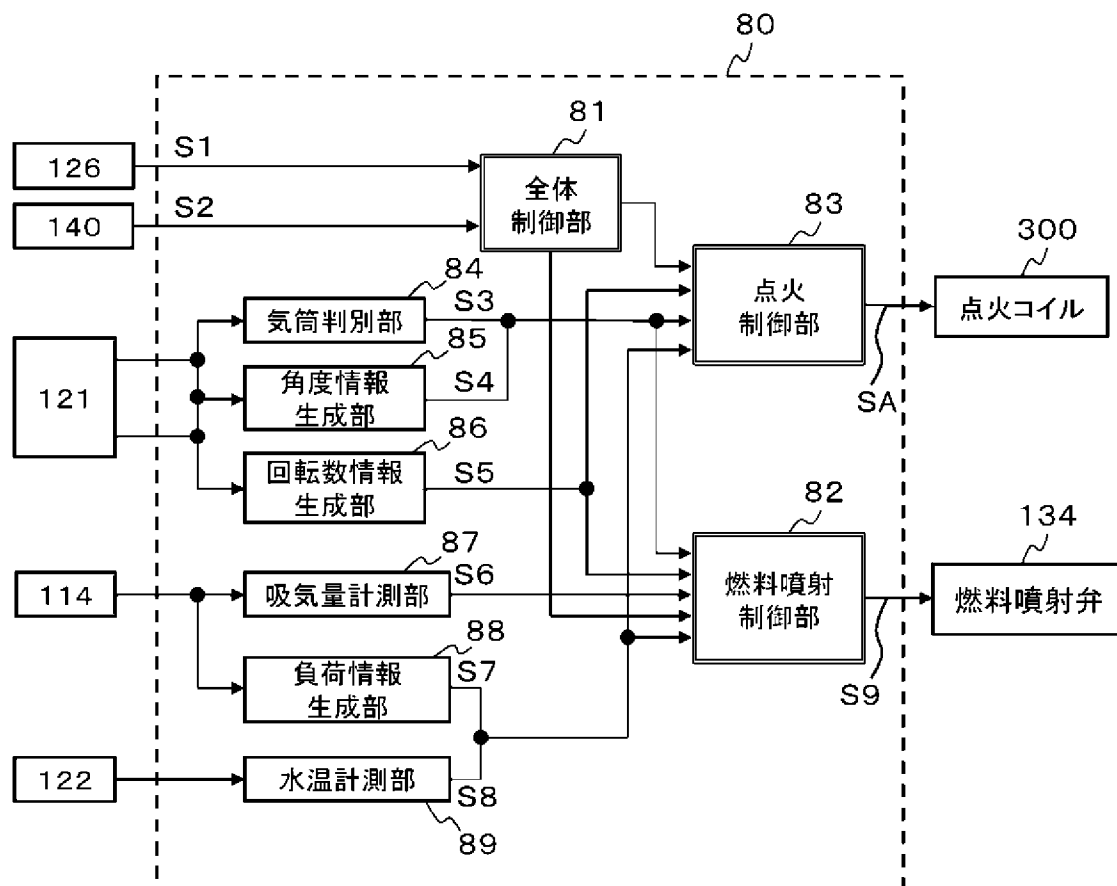
[図2]

図2



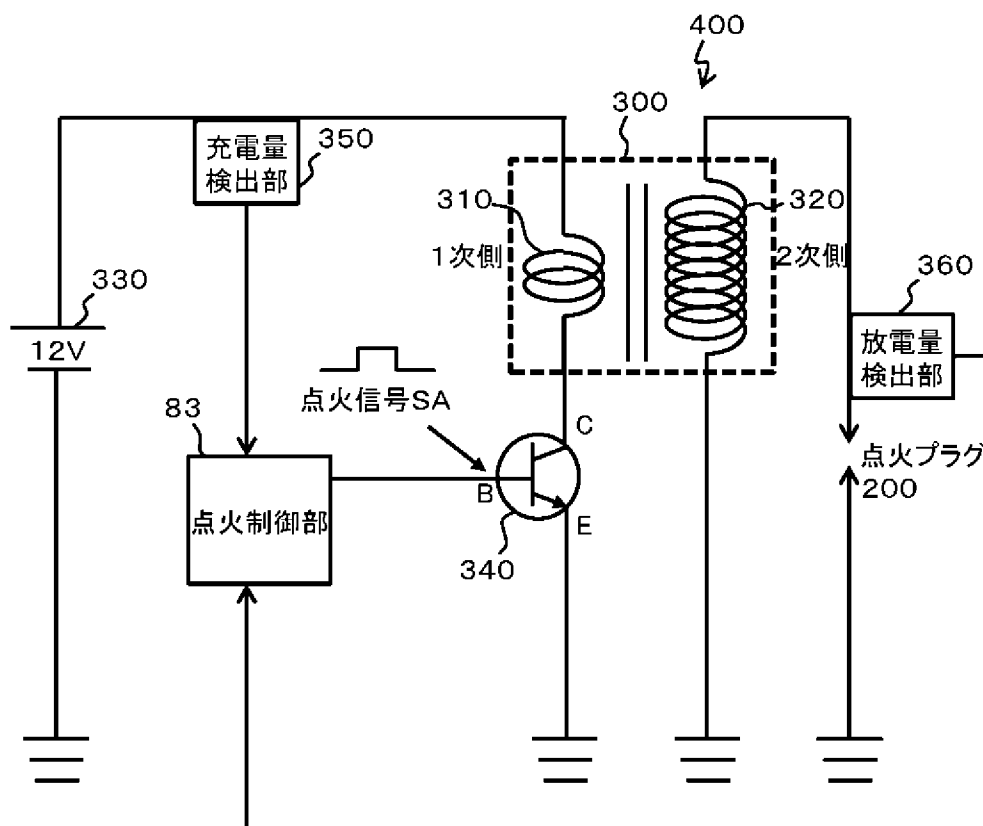
[図3]

図3



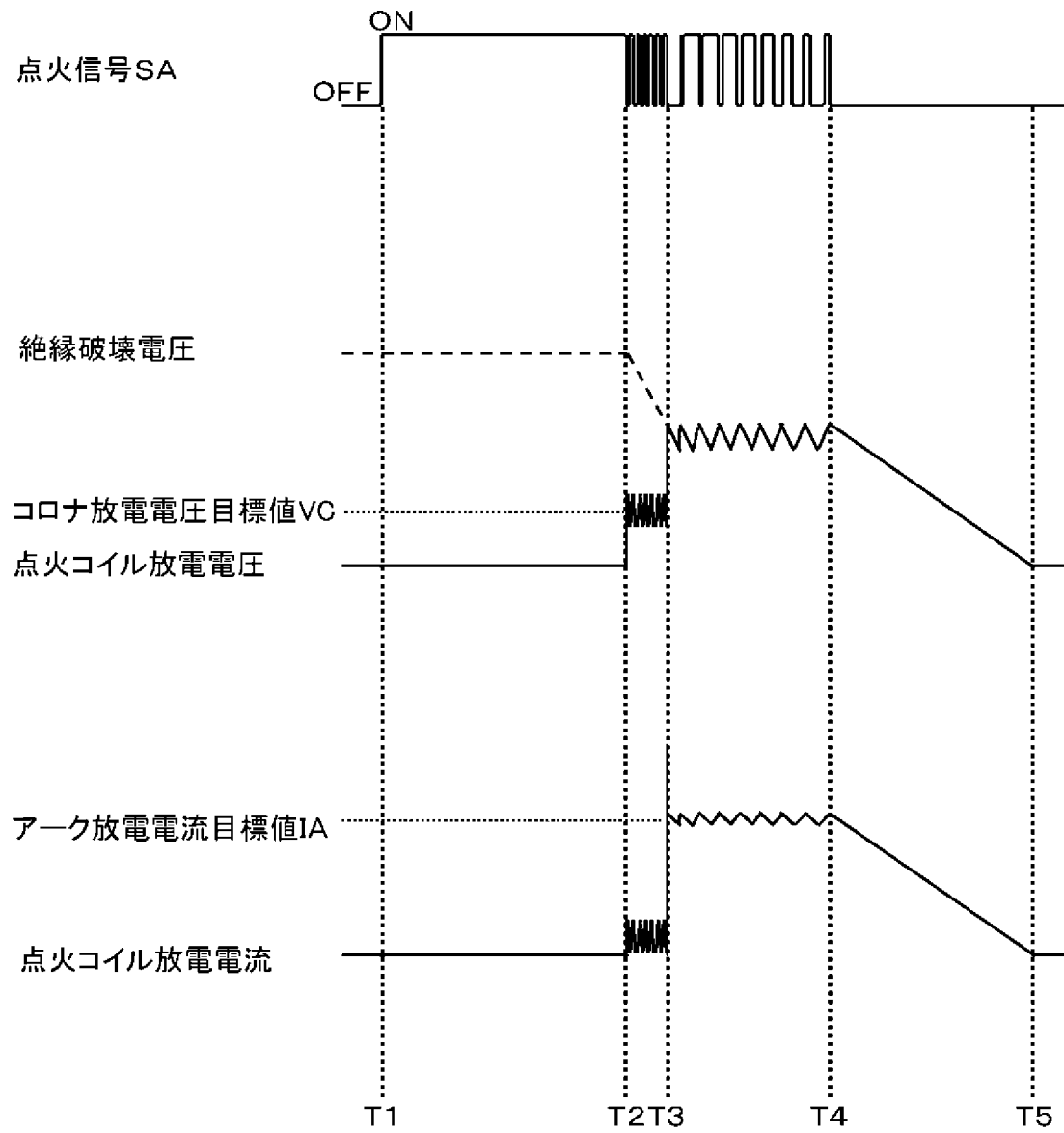
[図4]

図4



[図5]

図5

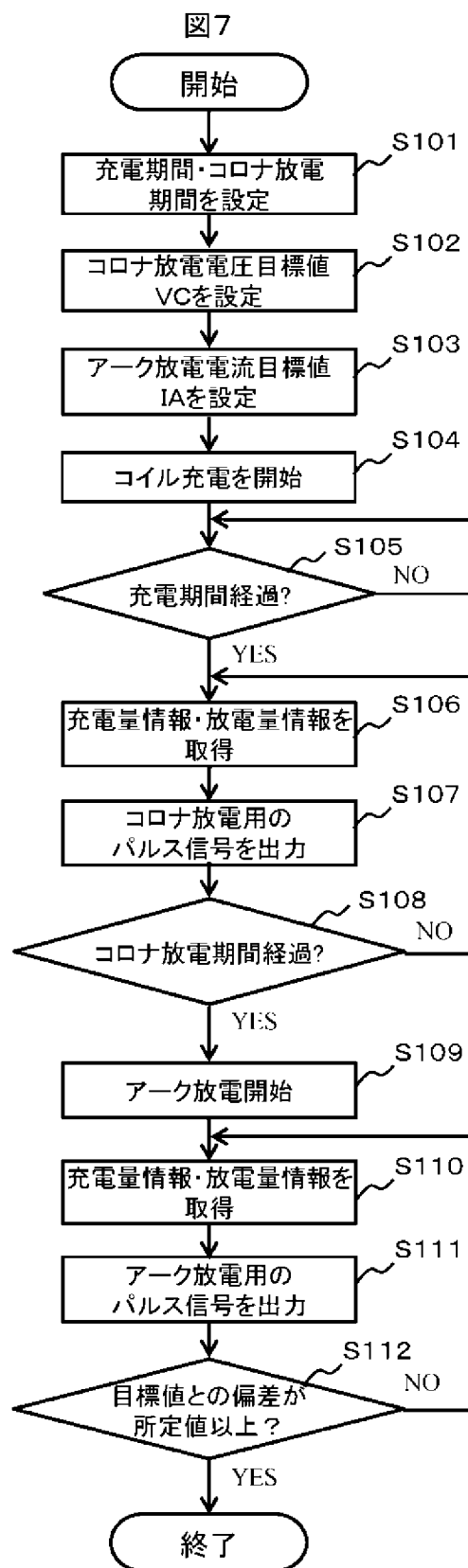


[図6]

図6

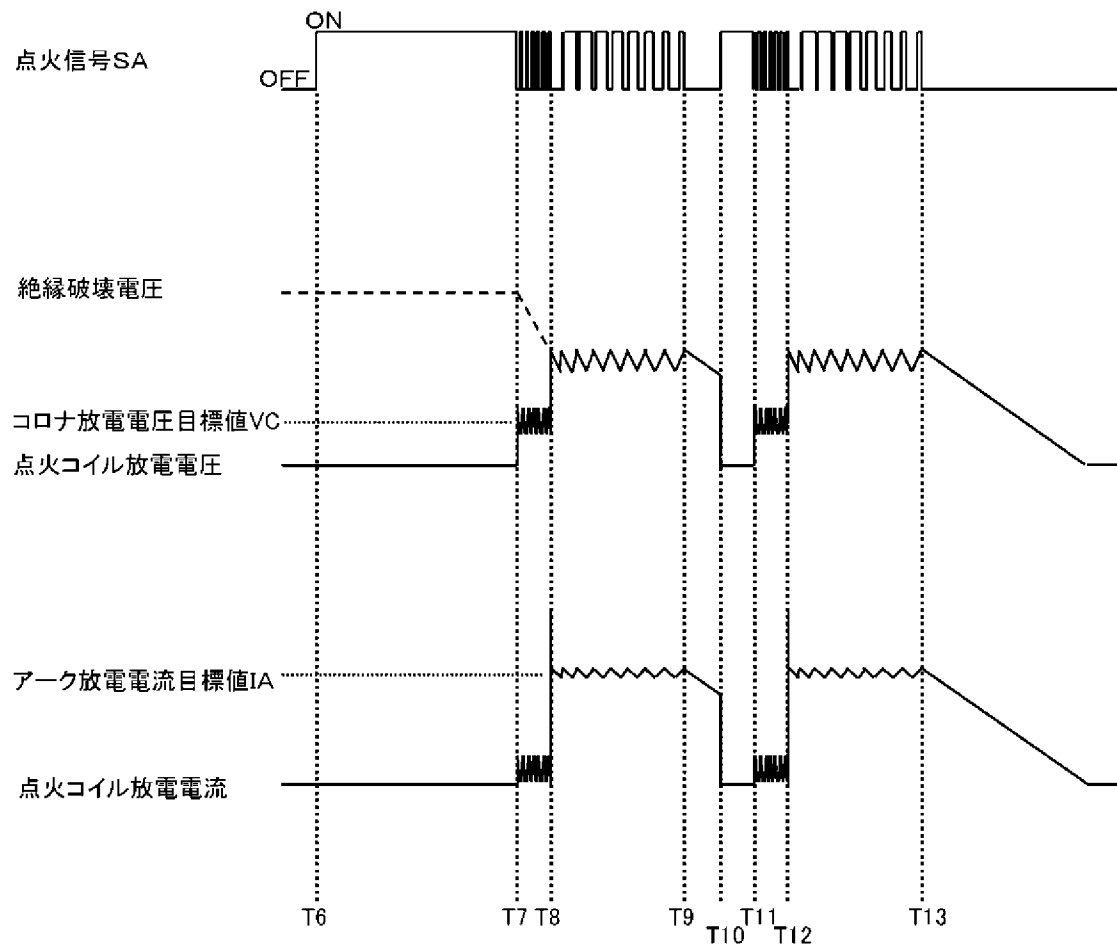
設定条件	点火時期 T3	コロナ放電 期間 (T3-T2)	充電期間 (T2-T1)	コロナ放電 電圧目標値 VC	アーク放電 電流目標値 IA
エンジン回転数 ⇒高くなる	早くする	長くする	短くする	高くなる	高くなる
点火プラグ電極の消耗 ⇒大きくなる	早くする	長くする	長くする	高くなる	高くなる
点火プラグ電極の隙間 ⇒大きくなる	早くする	長くする	長くする	高くなる	高くなる
点火プラグ電極の温度 ⇒低くなる	早くする	長くする	長くする	高くなる	高くなる
燃焼室内のガス圧力 ⇒高くなる	早くする	長くする	長くする	高くなる	高くなる
燃焼室内のガス温度 ⇒高くなる	遅くする	長くする	長くする	高くなる	高くなる
燃焼室内のガス湿度 ⇒高くなる	早くする	長くする	長くする	高くなる	高くなる
燃焼室内のガス流速 ⇒高くなる	遅くする	長くする	長くする	高くなる	高くなる
空燃比 ⇒薄くなる	早くする	長くする	長くする	高くなる	高くなる
EGRガス量 ⇒多くなる	早くする	長くする	長くする	高くなる	高くなる
前サイクルの絶縁破壊電圧 ⇒高くなる	—	長くする	長くする	高くなる	—
点火コイルの温度 ⇒高くなる	早くする	短くする	短くする	—	—

[図7]



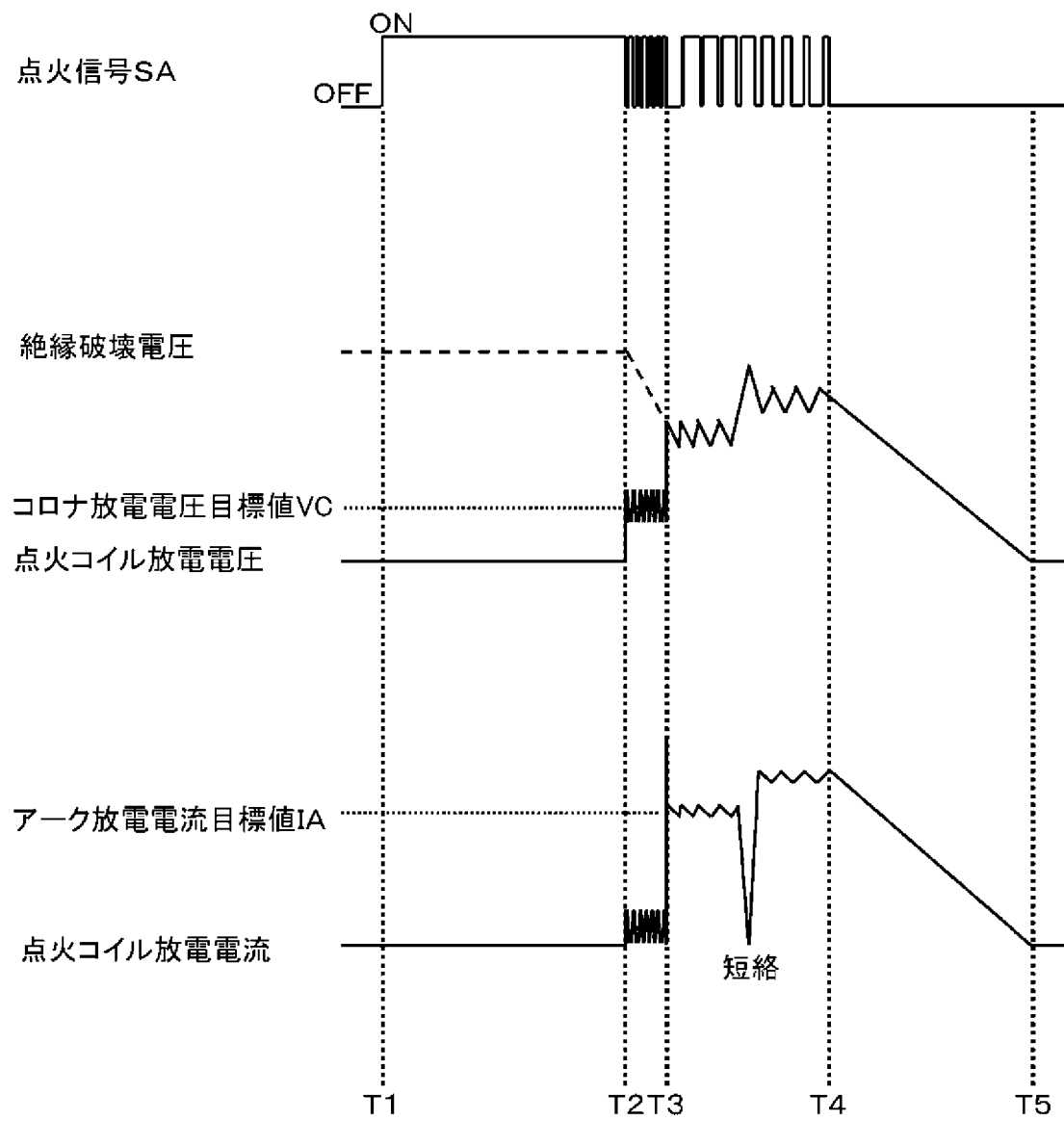
[図8]

図8



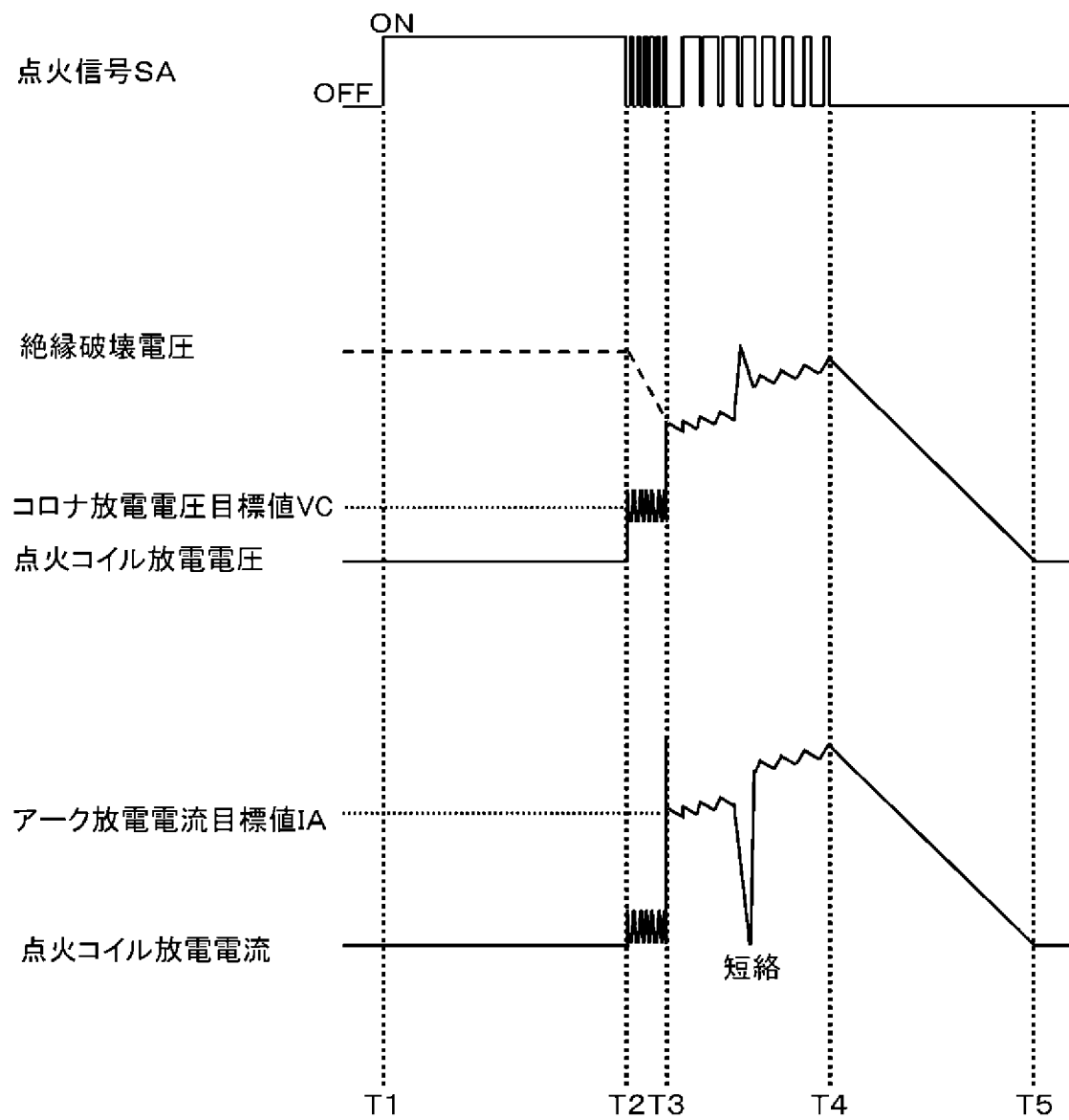
[図9]

図9



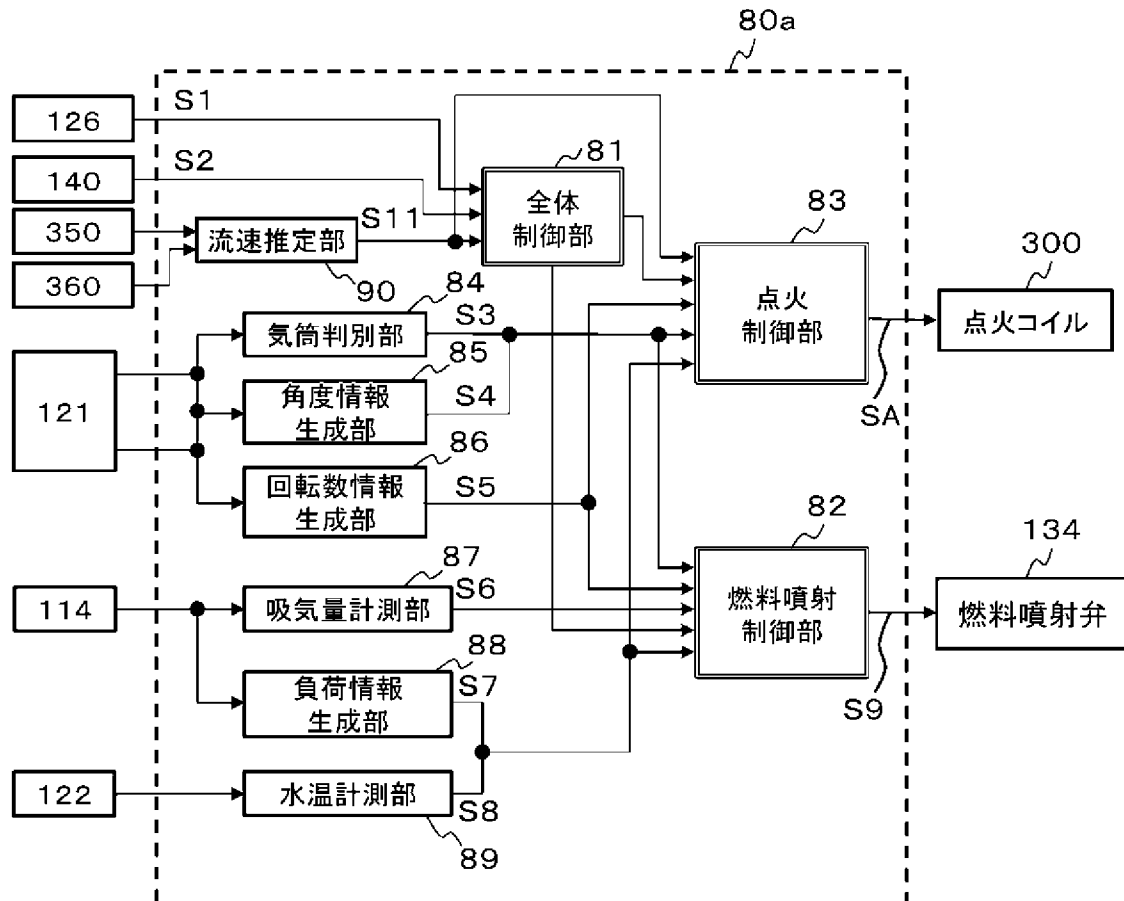
[図10]

図10



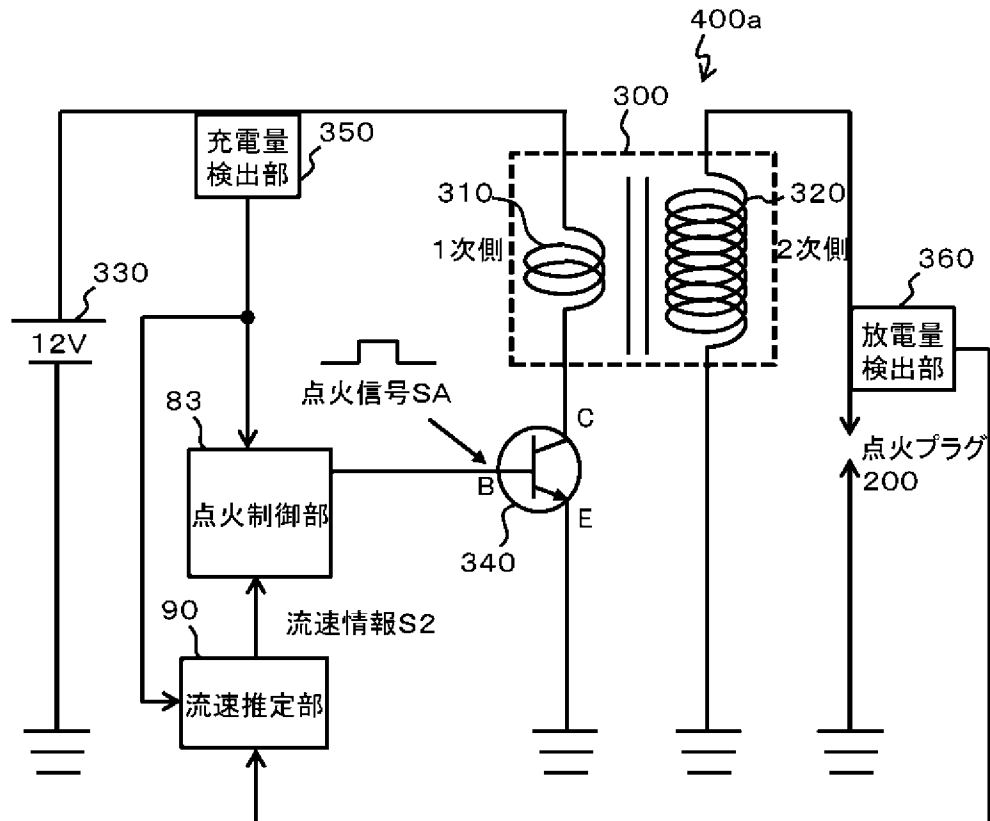
[図11]

図11



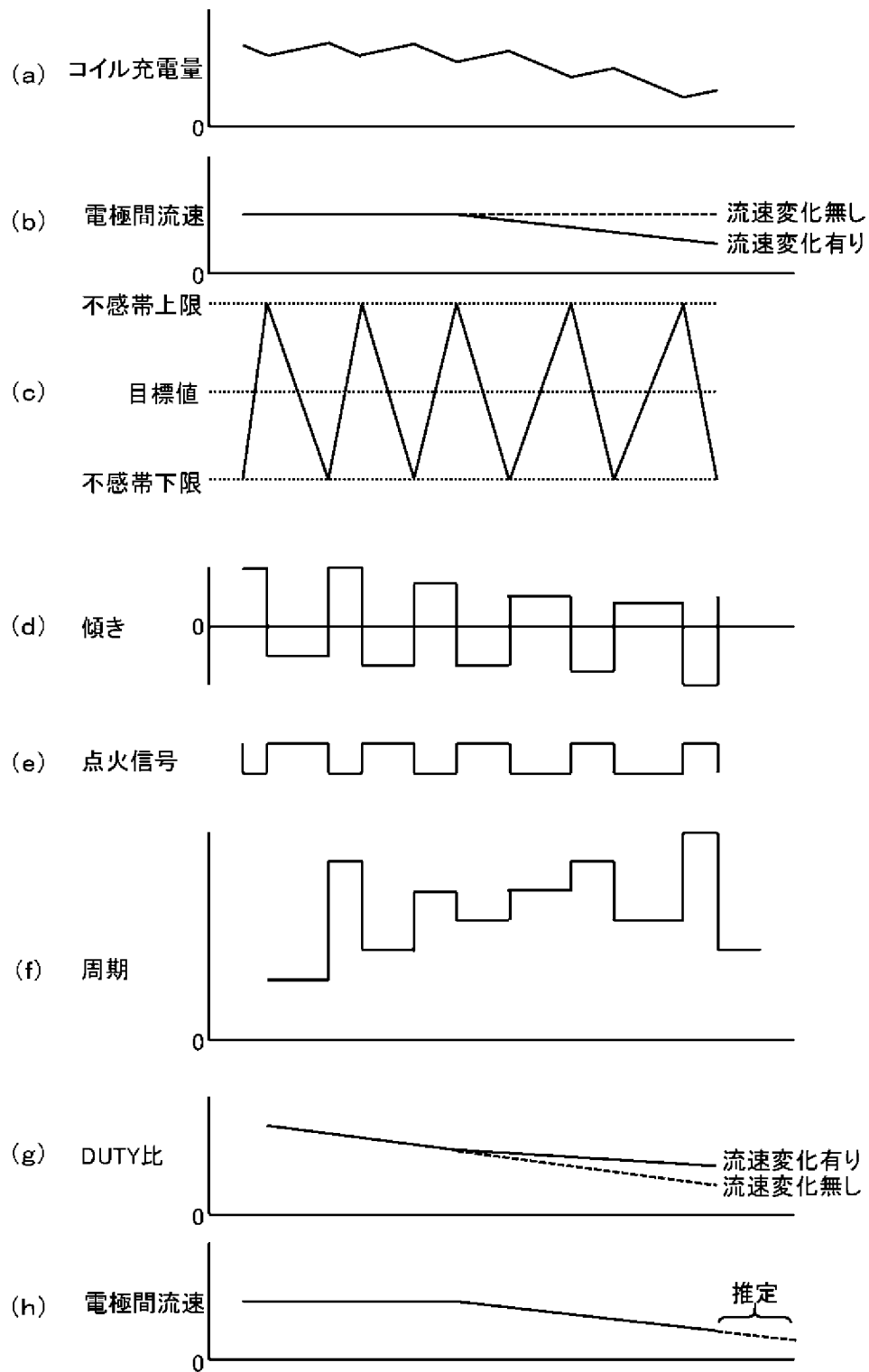
[図12]

図12



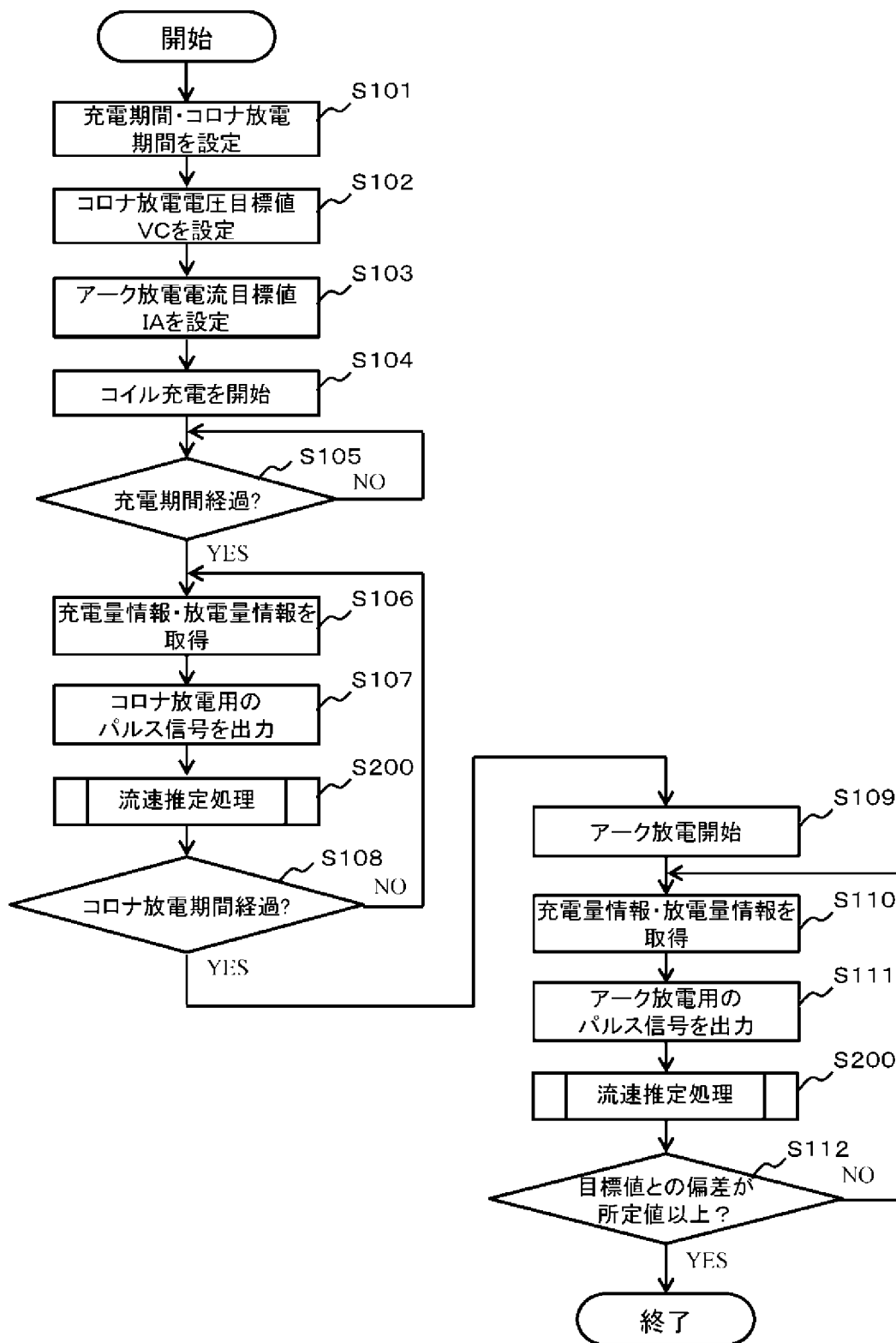
[図13]

図13



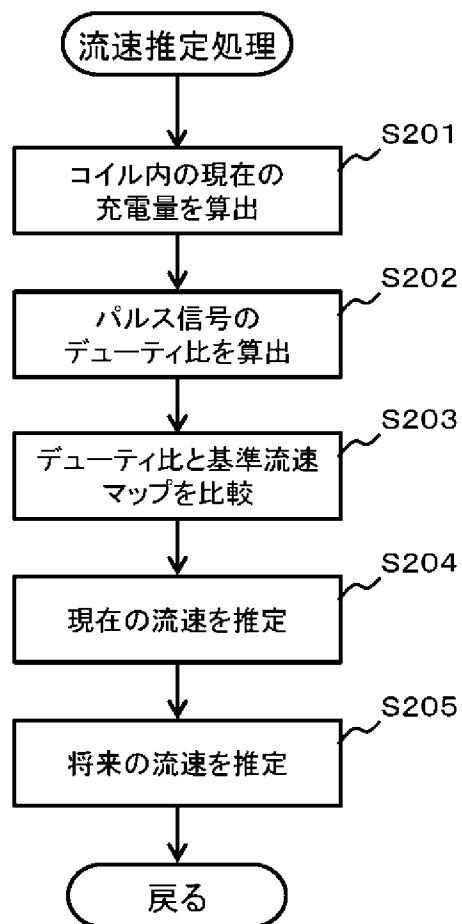
[図14]

図14



[図15]

図15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/039248

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F02P15/10 (2006.01) i, F02P3/00 (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)

Int. Cl. F02P1/00-3/12, 7/00-17/12

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
Y A	JP 2012-127286 A (DENSO CORP.) 05 July 2012, paragraphs [0023], [0026]-[0029], fig. 3 (Family: none)	9 1-8
X Y	JP 2015-200257 A (DENSO CORP.) 12 November 2015, paragraphs [0044]-[0050], [0061], [0066], fig. 3 (Family: none)	10-14 9
Y	JP 2002-303238 A (NIPPON SOKEN, INC.) 18 October 2002, paragraphs [0022], [0023], fig. 3 (Family: none)	9
X	JP 2018-21518 A (DENSO CORP.) 08 February 2018, paragraph [0061] & US 2018/0038338 A1, paragraph [0082] & DE 102017117618 A1	10-11, 13-14

☐ 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
02.12.2019

Date of mailing of the international search report
10.12.2019

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02P15/10(2006.01)i, F02P3/00(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（IPC））

Int.Cl. F02P1/00-3/12, 7/00-17/12

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
Y A	JP 2012-127286 A（株式会社デンソー）2012.07.05, [0023], [0026]-[0029], 図3（ファミリーなし）	9 1-8
X Y	JP 2015-200257 A（株式会社デンソー）2015.11.12, [0044]-[0050], [0061], [0066], 図3（ファミリーなし）	10-14 9
Y	JP 2002-303238 A（株式会社日本自動車部品総合研究所）2002.10.18, [0022]-[0023], 図3（ファミリーなし）	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

02.12.2019

国際調査報告の発送日

10.12.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

小林 勝広

3S

9061

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

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
X	JP 2018-21518 A (株式会社デンソー) 2018.02.08, [0061] & US 2018/0038338 A1, [0082] & DE 102017117618 A1	10-11, 13-14