

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7168510号
(P7168510)

(45)発行日 令和4年11月9日(2022.11.9)

(24)登録日 令和4年10月31日(2022.10.31)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 5 H	1/24 (2006.01)	H 0 5 H	1/24	
F 0 1 N	3/08 (2006.01)	F 0 1 N	3/08	C
F 0 1 N	11/00 (2006.01)	F 0 1 N	11/00	
F 0 1 N	3/028(2006.01)	F 0 1 N	3/028	

請求項の数 3 (全19頁)

(21)出願番号	特願2019-67882(P2019-67882)	(73)特許権者	000004547 日本特殊陶業株式会社 愛知県名古屋市中区東桜一丁目1番1号
(22)出願日	平成31年3月29日(2019.3.29)	(74)代理人	110000578名古屋国際弁理士法人
(65)公開番号	特開2020-167071(P2020-167071 A)	(72)発明者	松元 裕次 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内
(43)公開日	令和2年10月8日(2020.10.8)	(72)発明者	小久保 一成 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内
審査請求日	令和3年12月21日(2021.12.21)	審査官	大門 清

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 放電制御装置および方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

一次側コイルおよび二次側コイルを有して電圧変換を行うトランスと、前記一次側コイルへの通電を制御するドライバとを備えて、放電によりプラズマを発生させるプラズマリアクタに電気エネルギーを供給するフライバック方式の電源回路を制御する放電制御装置であって、

前記一次側コイルに流れる一次電流と、前記一次側コイルに発生する一次電圧とに基づいて、前記一次側コイルに供給される供給エネルギーと、前記供給エネルギーのうち前記プラズマリアクタの放電に利用されなかった回生エネルギーとを算出するように構成されたエネルギー算出部と、

前記エネルギー算出部により算出された前記供給エネルギーおよび前記回生エネルギーに基づいて、前記電源回路を制御するように構成された制御部とを備える放電制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の放電制御装置であって、

前記エネルギー算出部は、前記供給エネルギーを E_{sup} とし、前記回生エネルギーを E_{reg} とし、前記一次電流の値を I_p とし、前記一次電圧の値を V_p とし、前記供給エネルギーが発生している期間を時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間とし、前記回生エネルギーが発生している期間を時刻 t_3 から時刻 t_5 までの期間として、下式(1)により前記供給エネルギーを算出し、下式(2)により前記回生エネルギーを算出する放電制御装置。

【数 1】

$$E_{\text{sup}} = \int_{t_1}^{t_2} V_p \cdot I_p dt \quad \dots(1)$$

$$E_{\text{reg}} = \int_{t_3}^{t_5} V_p \cdot I_p dt \quad \dots(2)$$

【請求項 3】

10

一次側コイルおよび二次側コイルを有して電圧変換を行うトランスと、前記一次側コイルへの通電を制御するドライバとを備えて、放電によりプラズマを発生させるプラズマリアクタに電気エネルギーを供給するフライバック方式の電源回路を制御する放電制御方法であって、

前記一次側コイルに流れる一次電流と、前記一次側コイルに発生する一次電圧とに基づいて、前記一次側コイルに供給される供給エネルギーと、前記供給エネルギーのうち前記プラズマリアクタの放電に利用されなかった回生エネルギーとを算出するエネルギー算出手順と、

前記エネルギー算出手順により算出された前記供給エネルギーおよび前記回生エネルギーに基づいて、前記電源回路を制御する制御手順と

20

を備える放電制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、プラズマリアクタに電気エネルギーを供給する電源回路を制御する放電制御装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、昇圧回路の二次電圧がパルス的に発生することによりプラズマリアクタに流れる電流を検出し、検出した電流値を積算した積算電流値に基づいて、プラズマリアクタに印加される印加電圧値を推定する印加電圧制御装置が記載されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2017 - 16858 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 に記載の技術では、二次側の電流を直接検出して、プラズマリアクタの制御に利用している。昇圧回路の二次電圧は数 kV の高電圧であるため、例えば、非接触式の電流センサを用い、絶縁を確保した状態で電流検出を行う必要がある。このように、特許文献 1 に記載の技術では、電流センサの絶縁を確保するための部品または作業が必要となり、製造コストの増加または装置構成の複雑化という問題が生じる可能性がある。

40

【0005】

本開示は、製造コストを低減、または、装置構成を簡素化することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一態様は、フライバック方式の電源回路を制御する放電制御装置である。電源回路は、一次側コイルおよび二次側コイルを有して電圧変換を行うトランスと、一次側コイルへの通電を制御するドライバとを備えて、放電によりプラズマを発生させるプラズマ

50

リアクタに電気エネルギーを供給する。

【0007】

そして、本開示の放電制御装置は、エネルギー算出部と、制御部とを備える。

エネルギー算出部は、一次側コイルに流れる一次電流と、一次側コイルに発生する一次電圧とに基づいて、一次側コイルに供給される供給エネルギーと、供給エネルギーのうちプラズマリアクタの放電に利用されなかった回生エネルギーとを算出するように構成される。

【0008】

制御部は、エネルギー算出部により算出された供給エネルギーおよび回生エネルギーに基づいて、電源回路を制御するように構成される。

このように構成された本開示の放電制御装置は、一次側コイルに流れる一次電流と、一次側コイルに発生する一次電圧とに基づいて、供給エネルギーと回生エネルギーとを算出して、電源回路を制御する。これにより、本開示の放電制御装置は、二次側コイルに流れる二次電流と、二次側コイルに発生する二次電圧とを用いることなく、電源回路を制御することができる。このため、本開示の放電制御装置は、絶縁を確保するための部品または作業を不要とすることができ、製造コストを低減、または、装置構成を簡素化することができる。

【0009】

本開示の一態様では、エネルギー算出部は、下式(1)により供給エネルギーを算出し、下式(2)により回生エネルギーを算出するようにしてもよい。供給エネルギーを E_{sup} とする。回生エネルギーを E_{reg} とする。一次電流の値を I_p とする。一次電圧の値を V_p とする。供給エネルギーが発生している期間を時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間とする。回生エネルギーが発生している期間を時刻 t_3 から時刻 t_5 までの期間とする。

【0010】

【数1】

$$E_{sup} = \int_{t_1}^{t_2} V_p \cdot I_p dt \quad \dots(1)$$

$$E_{reg} = \int_{t_3}^{t_5} V_p \cdot I_p dt \quad \dots(2)$$

本開示の別の態様は、フライバック方式の電源回路を制御する放電制御方法である。

【0011】

そして、本開示の放電制御方法は、エネルギー算出手順と、制御手順とを備える。

エネルギー算出手順は、一次側コイルに流れる一次電流と、一次側コイルに発生する一次電圧とに基づいて、一次側コイルに供給される供給エネルギーと、供給エネルギーのうちプラズマリアクタの放電に利用されなかった回生エネルギーとを算出する。

【0012】

制御手順は、エネルギー算出手順により算出された供給エネルギーおよび回生エネルギーに基づいて、電源回路を制御する。

本開示の放電制御方法は、本開示の放電制御装置にて実行される方法であり、当該方法を実行することで、本開示の放電制御装置と同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】浄化システムの概略構成を示すブロック図である。

【図2】プラズマリアクタ、トランスおよび放電制御装置の構成を示す回路図である。

【図3】放電制御処理を示すフローチャートである。

【図4】初期診断処理を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 5】浄化時診断処理を示すフローチャートである。

【図 6】放電によるエネルギーの流れを示す回路図である。

【図 7】PWM 信号、一次電流、一次端子間電圧および二次エネルギーの変化を示すタイミングチャートである。

【図 8】PWM 信号、一次電流、一次端子間電圧およびフライバック電圧の変化を示すタイミングチャートである。

【図 9】プラズマリアクタの等価回路を示す図である。

【図 10】放電制御装置の動作の具体例を示すタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に本開示の実施形態を図面とともに説明する。

本実施形態の浄化システム 1 は、図 1 に示すように、電子制御装置 2、プラズマリアクタ 3、トランス 4、バッテリー 5、放電制御装置 6 および温度センサ 7、8 を備える。

【0015】

電子制御装置 2 は、浄化システム 1 を搭載する車両のエンジンを制御する。以下、電子制御装置 2 をエンジン ECU 2 という。ECU は、Electronic Control Unit の略である。

【0016】

プラズマリアクタ 3 は、誘電体バリア放電によってプラズマを発生させる。これにより、プラズマリアクタ 3 は、車両のエンジンから排出される排気ガス中の粒子状物質および炭化水素などを除去する。

【0017】

トランス 4 は、プラズマリアクタ 3 を駆動するための高電圧を出力する。バッテリー 5 は、エンジン ECU 2、トランス 4 および放電制御装置 6 に電源電圧 VB を供給する。

放電制御装置 6 は、トランス 4 に電流が流れている通電状態と、トランス 4 に電流が流れていない非通電状態とを交互に切り替えることにより、プラズマリアクタ 3 による放電を制御する。また放電制御装置 6 は、通信線を介して、エンジン ECU 2 との間でデータ通信を行う。

【0018】

温度センサ 7 は、トランス 4 の温度を検出し、検出結果を示す検出信号を放電制御装置 6 へ出力する。温度センサ 8 は、放電制御装置 6 内に搭載されている後述のドライバ 32 の温度を検出し、検出結果を示す検出信号を放電制御装置 6 へ出力する。なお、ドライバ 32 は、図 2 に示している。

【0019】

図 2 に示すように、プラズマリアクタ 3 は、放電電極 11 が埋め込まれた複数の第 1 電極パネルと、放電電極 12 が埋め込まれた複数の第 2 電極パネルとを備える。複数の第 1 電極パネルと複数の第 2 電極パネルとは、排気ガスの流通方向に沿って、所定の間隔を空けて交互に配置される。そしてプラズマリアクタ 3 は、互いに隣接する第 1 電極パネルと第 2 電極パネルとの間で電圧が印加されることにより、プラズマを発生させる。

【0020】

トランス 4 は、一次側コイル 21 と、二次側コイル 22 とを備える。一次側コイル 21 は、一端がバッテリー 5 の正極に接続され、他端が放電制御装置 6 に接続される。二次側コイル 22 は、一端がプラズマリアクタ 3 の放電電極 11 に接続されるとともに他端がプラズマリアクタ 3 の放電電極 12 に接続される。

【0021】

放電制御装置 6 がトランス 4 を上記の通電状態にすることにより、一次側コイル 21 に電流が流れてエネルギーが蓄積される。その後、放電制御装置 6 がトランス 4 を上記の非通電状態にすると、一次側コイル 21 への通電が遮断される。これにより、一次側コイル 21 に蓄えられたエネルギーが二次側コイル 22 に伝達され、二次側コイル 22 に高電圧が発生する。すなわち、トランス 4 は、フライバック方式で高電圧を発生させる。

【0022】

10

20

30

40

50

放電制御装置 6 は、マイクロコンピュータ 3 1 (以下、マイコン 3 1)、ドライバ 3 2、ゲートドライバ 3 3、抵抗 3 4、電流積分回路 3 5、3 6、電流検出回路 3 7、回生検出回路 3 8 および電圧検出回路 3 9、4 0 を備える。

【0023】

マイコン 3 1 は、CPU 5 1、ROM 5 2 および RAM 5 3 を備える。マイクロコンピュータの各種機能は、CPU 5 1 が非遷移的実体的記録媒体に格納されたプログラムを実行することにより実現される。この例では、ROM 5 2 が、プログラムを格納した非遷移的実体的記録媒体に該当する。また、このプログラムの実行により、プログラムに対応する方法が実行される。なお、CPU 5 1 が実行する機能の一部または全部を、一つあるいは複数の IC 等によりハードウェア的に構成してもよい。また、放電制御装置 6 を構成するマイクロコンピュータの数は 1 つでも複数でもよい。

10

【0024】

またマイコン 3 1 は、電圧出力端子 5 4 および電圧入力端子 5 5、5 6、5 7、5 8、5 9 を備える。

ドライバ 3 2 は、Nチャネル型 MOSFET である。ドライバ 3 2 のドレインは、トランス 4 の一次側コイル 2 1 に接続される。ドライバ 3 2 のソースは、抵抗 3 4 を介して接地される。

【0025】

ゲートドライバ 3 3 は、その入力端子が抵抗 4 1 を介してマイコン 3 1 の電圧出力端子 5 4 に接続される。またゲートドライバ 3 3 は、その出力端子が抵抗 4 2 を介してドライバ 3 2 のゲートに接続される。ゲートドライバ 3 3 は、マイコン 3 1 の電圧出力端子 5 4 から出力される PWM 信号を入力し、PWM 信号の電圧レベルに応じて、ドライバ 3 2 のオン状態とオフ状態とを切り替えるためにドライバ 3 2 のゲートに印加されるゲート制御電圧 V_{gs} を出力する。具体的には、ゲートドライバ 3 3 は、PWM 信号がハイレベルであるときに、ゲート制御電圧 V_{gs} をハイレベルにし、PWM 信号がローレベルであるときに、ゲート制御電圧 V_{gs} をローレベルにする。PWM は、Pulse Width Modulation の略である。

20

【0026】

ドライバ 3 2 は、ゲートに印加されるゲート制御電圧 V_{gs} がハイレベルになると、オン状態となる。これにより、ドライバ 3 2 のドレインとソースとの間で電流が流れる。一方、ドライバ 3 2 は、ゲートに印加されるゲート制御電圧 V_{gs} がローレベルになると、オフ状態となる。これにより、ドライバ 3 2 のドレインとソースとの間で電流が流れなくなる。

30

【0027】

抵抗 3 4 は、一端がドライバ 3 2 のソースに接続され、他端が接地される。

電流積分回路 3 5 は、オペアンプ 6 1、抵抗 6 2 およびコンデンサ 6 3 を備える。オペアンプ 6 1 の非反転入力端子は、抵抗 3 4 の一端に接続される。オペアンプ 6 1 の反転入力端子は、抵抗 6 2 を介して抵抗 3 4 の他端に接続される。オペアンプ 6 1 の出力端子は、電圧入力端子 5 8 に接続される。コンデンサ 6 3 は、一端がオペアンプ 6 1 の出力端子に接続され、他端がオペアンプ 6 1 の反転入力端子に接続される。このように構成された電流積分回路 3 5 は、ドライバ 3 2 側から接地側へ向けて抵抗 3 4 に電流が流れるときに抵抗 3 4 の両端で発生する電圧を時間で積分した供給電流積分電圧 V_{isi} を出力する。

40

【0028】

電流積分回路 3 6 は、オペアンプ 6 6、抵抗 6 7 およびコンデンサ 6 8 を備える。オペアンプ 6 6 の非反転入力端子は、抵抗 3 4 の他端に接続される。オペアンプ 6 6 の反転入力端子は、抵抗 6 7 を介して抵抗 3 4 の一端に接続される。オペアンプ 6 6 の出力端子は、電圧入力端子 5 9 に接続される。コンデンサ 6 8 は、一端がオペアンプ 6 6 の出力端子に接続され、他端がオペアンプ 6 6 の反転入力端子に接続される。このように構成された電流積分回路 3 6 は、接地側からドライバ 3 2 側へ向けて抵抗 3 4 に電流が流れるときに抵抗 3 4 の両端で発生する電圧を時間で積分した回生電流積分電圧 V_{iri} を出力する。

50

【 0 0 2 9 】

電流検出回路 37 は、オペアンプ 71 および抵抗 72, 73, 74, 75 を備える。オペアンプ 71 の出力端子は、電圧入力端子 57 に接続される。抵抗 72 は、抵抗 34 の一端とオペアンプ 71 の非反転入力端子との間に接続される。抵抗 73 の一端は電圧 V1 (本実施形態では、例えば 2.5 V) が印加され、抵抗 73 の他端はオペアンプ 71 の非反転入力端子に接続される。抵抗 74 は、抵抗 34 の他端とオペアンプ 71 の反転入力端子との間に接続される。抵抗 75 は、オペアンプ 71 の反転入力端子と出力端子との間に、帰還抵抗として接続される。すなわち、オペアンプ 71 と抵抗 72, 73, 74, 75 とにより、差動増幅回路が形成されている。このため、オペアンプ 71 は、抵抗 34 の両端で発生する電圧を増幅した電圧 V_{ip} を出力する。

10

【 0 0 3 0 】

回生検出回路 38 は、オペアンプ 81、抵抗 82, 83 およびコンデンサ 84 を備える。オペアンプ 81 の反転入力端子は、抵抗 75 と抵抗 74 とを介して抵抗 34 の他端に接続される。オペアンプ 81 の出力端子は、抵抗 43 とダイオード 44 とを介して、オペアンプ 61 の反転入力端子に接続される。さらに、オペアンプ 81 の出力端子は、抵抗 23 を介してゲートドライバ 33 の入力端子に接続される。このため、ゲートドライバ 33 は、回生検出回路 38 の出力信号がハイレベルであるときに、ゲート制御電圧 V_{gs} をハイレベルにし、回生検出回路 38 の出力信号がローレベルであるときに、ゲート制御電圧 V_{gs} をローレベルにする。

【 0 0 3 1 】

抵抗 82 は、一端がオペアンプ 81 の非反転入力端子に接続され、他端が接地される。抵抗 83 の一端は電圧 V2 (本実施形態では、例えば 5 V) が印加され、抵抗 83 の他端はオペアンプ 81 の非反転入力端子に接続される。コンデンサ 84 は、一端がオペアンプ 81 の出力端子に接続され、他端がオペアンプ 81 の反転入力端子に接続される。

20

【 0 0 3 2 】

電圧検出回路 39 は、抵抗 91, 92 を備える。抵抗 91 は、一端がバッテリー 5 の正極に接続され、他端が電圧入力端子 55 に接続される。抵抗 92 は、一端が電圧入力端子 55 に接続され、他端が接地される。

【 0 0 3 3 】

電圧検出回路 40 は、抵抗 96, 97 を備える。抵抗 96 は、一端が一次側コイル 21 の他端に接続され、他端が電圧入力端子 56 に接続される。抵抗 97 は、一端が電圧入力端子 56 に接続され、他端が接地される。

30

【 0 0 3 4 】

また電圧出力端子 54 は、抵抗 45 とダイオード 46 とを介して、オペアンプ 66 の反転入力端子に接続される。

次に、放電制御装置 6 の CPU 51 が実行する放電制御処理の手順を説明する。放電制御処理は、車両のアクセサリ電源がオフ状態からオン状態に切り替わることにより放電制御装置 6 に電源が供給されてマイコン 31 が起動した直後に開始される処理である。

【 0 0 3 5 】

放電制御処理が実行されると、CPU 51 は、図 3 に示すように、まず S20 にて、初期診断処理を実行する。

40

ここで、初期診断処理の手順を説明する。

【 0 0 3 6 】

初期診断処理が実行されると、CPU 51 は、図 4 に示すように、まず S110 にて、トランス 4 の内部温度の異常を診断する。具体的には、CPU 51 は、温度センサ 7 からの検出信号が示す温度 (以下、電源回路内部温度) が、予め設定された使用温度範囲 (本実施形態では、例えば -40 ~ +85) 内であるか否かを判断する。ここで、電源回路内部温度が使用温度範囲内である場合には、CPU 51 は、RAM 53 に設けられた初期温度異常フラグをクリアする。一方、電源回路内部温度が使用温度範囲外である場合には、CPU 51 は、初期温度異常フラグをセットする。

50

【 0 0 3 7 】

次に S 1 2 0 にて、C P U 5 1 は、バッテリー 5 の電圧の異常を診断する。具体的には、C P U 5 1 は、電圧検出回路 3 9 から電圧入力端子 5 5 に入力した電圧に基づいて、バッテリー 5 の電圧（以下、電源電圧）が、予め設定された動作電圧範囲（本実施形態では、例えば 1 0 V ~ 1 6 V ）内であるか否かを判断する。ここで、電源電圧が動作電圧範囲内である場合には、C P U 5 1 は、R A M 5 3 に設けられた初期電圧異常フラグをクリアする。一方、電源電圧が動作電圧範囲外である場合には、C P U 5 1 は、初期電圧異常フラグをセットする。

【 0 0 3 8 】

次に S 1 3 0 にて、C P U 5 1 は、トランス 4 の内部故障を診断する。具体的には、C P U 5 1 は、まず、予め設定された初期診断用デューティの P W M 信号を電圧出力端子 5 4 から出力する。これにより、プラズマリアクタ 3 は、後述する S 5 0 で実行される放電よりも低いエネルギーで放電し、プラズマを発生させる。そして C P U 5 1 は、ドライバ 3 2 がオン状態であるときに、電流検出回路 3 7 から電圧入力端子 5 7 に入力した電圧 V_{ip} に基づいて、一次側コイル 2 1 に流れた電流の大きさ（以下、一次側コイル電流値）が、予め設定されたトランス断線判定値未満であるか否かを判断する。ここで、一次側コイル電流値がトランス断線判定値未満である場合には、C P U 5 1 は、R A M 5 3 に設けられた初期断線異常フラグをセットする。一方、一次側コイル電流値がトランス断線判定値以上である場合には、C P U 5 1 は、初期断線異常フラグをクリアする。

【 0 0 3 9 】

次に S 1 4 0 にて、C P U 5 1 は、プラズマリアクタ 3 のリーク異常を診断する。

まず、プラズマリアクタ 3 のショートを検出する方法を説明する。

図 6 に示すように、ドライバ 3 2 がオフ状態からオン状態に切り替わると、一次側コイル 2 1 に一次電流 I_p が流れ、一次側コイル 2 1 の端子間電圧 V_p （以下、一次端子間電圧 V_p ）が発生することにより、一次側コイル 2 1 に供給エネルギー E_{sup} が蓄積される。その後、ドライバ 3 2 がオン状態からオフ状態に切り替わると、一次側コイル 2 1 に蓄積された供給エネルギー E_{sup} が二次側コイル 2 2 に伝達され、二次側コイル 2 2 に高電圧が発生し、プラズマリアクタ 3 で放電が発生する。このときに、ドライバ 3 2 のドレインとソースとの間にフライバック電圧 V_{fly} が発生する。

【 0 0 4 0 】

ここで、二次側コイル 2 2 の端子間電圧を二次端子間電圧 V_s という。また、プラズマリアクタ 3 の放電で消費されるエネルギーを放電エネルギー E_{dis} という。プラズマリアクタ 3 は静電容量性負荷であるため、放電で消費されなかったエネルギーは一次側へ回生される。このエネルギーを回生エネルギー E_{reg} という。

【 0 0 4 1 】

したがって、放電エネルギー E_{dis} と、放電エネルギー E_{dis} および回生エネルギー E_{reg} との間で、式 (3) に示す関係が成立する。そして、放電エネルギー E_{dis} が低い場合には、供給エネルギー E_{sup} と回生エネルギー E_{reg} とは互いに略等しくなる。すなわち、供給エネルギー E_{sup} と回生エネルギー E_{reg} との間で、式 (4) に示す関係が成立する。そして、プラズマリアクタ 3 においてリーク電流が発生している場合には、プラズマリアクタ 3 においてリーク電流が流れることにより消費されるエネルギーをリークエネルギー E_{leak} として、式 (5) に示す関係が成立する。

【 0 0 4 2 】

このため、放電エネルギー E_{dis} が低い場合において、プラズマリアクタ 3 においてリーク電流が発生すると、式 (6) に示す関係が成立する。

【 0 0 4 3 】

【 数 2 】

10

20

30

40

50

$$E_{sup} = E_{reg} + E_{dis} \quad \dots(3)$$

$$E_{sup} \cong E_{reg} \quad \dots(4)$$

$$E_{sup} = E_{reg} + E_{leak} \quad \dots(5)$$

$$E_{sup} > E_{reg} \quad \dots(6)$$

10

図 7 に示すように、時刻 t_1 において、PWM 信号がローレベルからハイレベルに切り替わると、一次電流 I_p が徐々に増加するとともに、一次端子間電圧 V_p が電源電圧 V_B になる。そして、時刻 t_2 において、PWM 信号がハイレベルからローレベルに切り替わると、一次電流 I_p が急激に減少して 0 [A] になるとともに、一次端子間電圧 V_p が電源電圧 V_B から負側まで急激に低下して、プラズマリアクタ 3 において放電が発生する。放電が発生している期間は、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間である。放電終了後、一次電流 I_p が負側で振動しながら減衰し、時刻 t_4 で 0 [A] になる。一次端子間電圧 V_p は、時刻 t_3 から時刻 t_4 までの間に電源電圧 V_B となり、時刻 t_4 で 0 [V] となる。そして、次に PWM 信号がローレベルからハイレベルに切り替わる時刻 t_5 になるまで、一次電流 I_p は 0 [A] を維持し、一次端子間電圧 V_p は 0 [V] を維持する。

20

【0044】

すなわち、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間は、エネルギー供給期間 T_{sup} である。時刻 t_2 から時刻 t_3 までの期間は、放電期間 T_{dis} である。時刻 t_3 から時刻 t_4 までの期間は、回生期間 T_{reg} である。

【0045】

図 8 に示すように、破線で示す曲線 L1 は、プラズマリアクタ 3 においてリーク電流が流れるときの一次電流 I_p を示す。また、破線で示す曲線 L2 と、破線で示す屈曲線 L3 は、プラズマリアクタ 3 においてリーク電流が流れるときの一次端子間電圧 V_p を示す。実線で示す曲線 L4 は、プラズマリアクタ 3 においてリーク電流が流れていないときの一次電流 I_p を示す。曲線 L1 および曲線 L4 で示すように、プラズマリアクタ 3 においてリーク電流が流れると、回生期間 T_{reg} における一次電流 I_p の絶対値が小さくなる。これにより、プラズマリアクタ 3 においてリーク電流が流れると、回生エネルギー E_{reg} が小さくなる。

30

【0046】

したがって、CPU 51 は、S140 にて、まず、予め設定された初期診断用デューティの PWM 信号を電圧出力端子 54 から出力する。初期診断用デューティは、プラズマリアクタ 3 で放電が発生していない未放電状態、または、プラズマリアクタ 3 における放電エネルギーが少ない低放電状態となるように設定される。なお、「放電エネルギーが少ない」とは、プラズマリアクタ 3 の最大放電容量値に対して例えば 10% 以下の放電容量であることをいう。

40

【0047】

そして CPU 51 は、電圧入力端子 58 に入力される供給電流積分電圧 V_{isi} に基づいて、式 (7) により供給エネルギー E_{sup} を算出する。また CPU 51 は、電圧入力端子 59 に入力される回生電流積分電圧 V_{iri} に基づいて、式 (8) により回生エネルギー E_{reg} を算出する。

【0048】

なお、式 (7) , (8) 中の R_{sh} は、抵抗 34 の抵抗値である。式 (7) 中の R_{gs} は、抵抗 62 の抵抗値である。式 (7) 中の C_{gs} は、コンデンサ 63 の静電容量である。式 (8) 中の R_{gr} は、抵抗 67 の抵抗値である。式 (8) 中の C_{gr} は、コンデンサ 68 の静電容量である。

50

【 0 0 4 9 】

また、式(7)により算出される供給エネルギー E_{sup} は、式(9)により算出される供給エネルギー E_{sup} に相当する。式(8)により算出される回生エネルギー E_{reg} は、式(10)により算出される回生エネルギー E_{reg} に相当する。式(9)の t_1 は、図7の時刻 t_1 に対応する。式(9)の t_2 は、図7の時刻 t_2 に対応する。式(10)の t_3 は、図7の時刻 t_3 に対応する。式(10)の t_5 は、図7の時刻 t_5 に対応する。

【 0 0 5 0 】

【数3】

$$E_{sup} = \frac{C_{gs} R_{gs} V_{isi}}{R_{sh}} \times VB \quad \dots(7) \quad 10$$

$$E_{reg} = \frac{C_{gr} R_{gr} V_{iri}}{R_{sh}} \times VB \quad \dots(8)$$

$$E_{sup} = \int_{t_1}^{t_2} V_p \cdot I_p dt \quad \dots(9) \quad 20$$

$$E_{reg} = \int_{t_3}^{t_5} V_p \cdot I_p dt \quad \dots(10)$$

そしてCPU51は、算出された供給エネルギー E_{sup} および回生エネルギー E_{reg} が、式(6)に示す関係を満たしているか否かを判断する。すなわち、CPU51は、供給エネルギー E_{sup} が回生エネルギー E_{reg} より大きいかな否かを判断する。ここで、供給エネルギー E_{sup} が回生エネルギー E_{reg} より大きい場合には、CPU51は、RAM53に設けられた初期リークフラグをセットする。一方、供給エネルギー E_{sup} が回生エネルギー E_{reg} 以下である場合には、CPU51は、初期リークフラグをクリアする。

【 0 0 5 1 】

S140の処理が終了すると、CPU51は、図4に示すように、S150にて、プラズマリアクタ3のオープン異常を診断する。プラズマリアクタ3のオープン異常とは、プラズマリアクタ3が割れたり、プラズマリアクタ3で断線が発生したりすることである。

【 0 0 5 2 】

まず、プラズマリアクタ3のオープンを検出する方法を説明する。

図9に示すように、プラズマリアクタ3の等価回路は、コンデンサ16と、このコンデンサ16と直列に接続されるコンデンサ17とによって表される。

【 0 0 5 3 】

プラズマリアクタ3の静電容量を C_c 、コンデンサ16の静電容量を C_g 、コンデンサ17の静電容量を C_d と表記すると、プラズマリアクタ3の静電容量は、式(11)で表される。なお、 $C_d > C_g$ である。

【 0 0 5 4 】

そして、供給エネルギー E_{sup} は、式(12)で表される。式(12)より、二次端子間電圧 V_s は、式(13)で表される。

【 0 0 5 5 】

【数4】

$$C_c = \frac{C_d C_g}{C_d + C_g} \quad \dots(11)$$

$$E_{\text{sup}} = \frac{1}{2} \cdot C_c \cdot V_s^2 \quad \dots(12)$$

$$V_s = \sqrt{\frac{2E_{\text{sup}}}{C_c}} \quad \dots(13)$$

10

また、一次側コイル 21 の巻数を n 、二次側コイル 22 の巻数を m と表記すると、フライバック電圧 V_{fly} は、式 (14) で表される。このため、式 (13) および式 (14) より、フライバック電圧 V_{fly} は、式 (15) で表される。

【0056】

プラズマリアクタ 3 において割れ又は断線が発生すると、コンデンサ 17 の静電容量 C_d が低下する。プラズマリアクタ 3 において割れ又は断線が発生したときのコンデンサ 17 の静電容量を C_{do} と表記すると、式 (16) に示す関係が成立する。

20

【0057】

さらに、割れ又は断線が発生したときにおけるプラズマリアクタ 3 の静電容量を C_{open} と表記すると、式 (17) に示す関係が成立する。

【0058】

【数5】

$$V_{\text{fly}} = \frac{n}{m} \cdot V_s \quad \dots(14)$$

$$V_{\text{fly}} = \frac{n}{m} \cdot \sqrt{\frac{2E_{\text{sup}}}{C_c}} \quad \dots(15)$$

30

$$C_{do} \ll C_g \quad \dots(16)$$

$$C_{\text{open}} = \frac{C_{do} C_g}{C_{do} + C_g} \ll C_c \quad \dots(17)$$

40

したがって、割れ又は断線が発生したときにおけるフライバック電圧 V_{fly} は、割れ又は断線が発生していないときにおけるフライバック電圧 V_{fly} より大きくなる。

【0059】

図 8 に示すように、放電期間 T_{dis} 中にフライバック電圧 V_{fly} が発生する。実線で示す曲線 L5 は、プラズマリアクタ 3 が正常であるときのフライバック電圧 V_{fly} である。実線で示す曲線 L6 は、プラズマリアクタ 3 で割れ又は断線が発生しているときのフライバック電圧 V_{fly} である。

【0060】

したがって、CPU 51 は、S150 にて、まず、初期診断用デューティの PWM 信号を電圧出力端子 54 から出力し、電圧検出回路 40 から電圧入力端子 56 に入力した電圧

50

に基づいて、フライバック電圧 V_{fly} を算出する。そして CPU 51 は、算出したフライバック電圧 V_{fly} が予め設定されたオープン判定電圧を超えているか否かを判断する。ここで、フライバック電圧 V_{fly} がオープン判定電圧を超えている場合には、CPU 51 は、RAM 53 に設けられた初期オープンフラグをセットする。一方、フライバック電圧 V_{fly} がオープン判定電圧以下である場合には、CPU 51 は、初期オープンフラグをクリアする。

【0061】

S150 の処理が終了すると、CPU 51 は、図 4 に示すように、S160 にて、プラズマリアクタ 3 の劣化異常を診断する。プラズマリアクタ 3 の劣化異常とは、例えば、放電電極 11 と放電電極 12 との間に煤が詰まることである。

10

【0062】

まず、プラズマリアクタ 3 の劣化を検出する方法を説明する。

放電電極 11 と放電電極 12 との間に煤が詰まると、コンデンサ 16 の静電容量 C_g が増加する。プラズマリアクタ 3 において煤の詰まりが発生したときの静電容量 C_g を C_{gc} と表記すると、式 (18) に示す関係が成立する。

【0063】

さらに、煤の詰まりが発生したときにおけるプラズマリアクタ 3 の静電容量を C_{clog} と表記すると、式 (19) に示す関係が成立する。

【0064】

【数 6】

20

$$C_{gc} \gg C_d \quad \dots(18)$$

$$C_{clog} = \frac{C_d C_{gc}}{C_d + C_{gc}} \gg C_c \quad \dots(19)$$

したがって、煤の詰まりが発生したときにおけるフライバック電圧 V_{fly} は、煤の詰まりが発生していないときにおけるフライバック電圧 V_{fly} より小さくなる。

【0065】

30

図 8 に示すように、放電期間 T_{dis} 中にフライバック電圧 V_{fly} が発生する。実線で示す曲線 L5 は、プラズマリアクタ 3 が正常であるときのフライバック電圧 V_{fly} である。実線で示す曲線 L7 は、プラズマリアクタ 3 で煤の詰まりが発生しているときのフライバック電圧 V_{fly} である。

【0066】

したがって、CPU 51 は、S160 にて、まず、初期診断用デューティの PWM 信号を電圧出力端子 54 から出力し、電圧検出回路 40 から電圧入力端子 56 に入力した電圧に基づいて、フライバック電圧 V_{fly} を算出する。そして CPU 51 は、算出したフライバック電圧 V_{fly} が予め設定された劣化判定電圧未満であるか否かを判断する。ここで、フライバック電圧 V_{fly} が劣化判定電圧未満である場合には、CPU 51 は、RAM 53 に設けられた初期劣化フラグをセットする。一方、フライバック電圧 V_{fly} が劣化判定電圧以上である場合には、CPU 51 は、初期劣化フラグをクリアする。

40

【0067】

S160 の処理が終了すると、CPU 51 は、図 4 に示すように、初期診断処理を終了する。

そして、初期診断処理を終了すると、CPU 51 は、図 3 に示すように、S30 にて、エンジン ECU 2 から定期的に受信するエンジン駆動情報に基づいて、車両のエンジンが始動したか否かを判断する。エンジン駆動情報は、エンジンの駆動状態（例えば、エンジン回転数）を示す情報である。

【0068】

50

ここで、エンジンが始動していない場合には、CPU 51は、S 30の処理を繰り返すことにより、エンジンが始動するまで待機する。そして、エンジンが始動すると、CPU 51は、S 40にて、初期制御を実行する。具体的には、CPU 51は、まず、予め設定された最大デューティ（本実施形態では、例えば45%）のPWM信号を電圧出力端子54から出力し、プラズマリアクタ3にプラズマを発生させる。

【0069】

そしてCPU 51は、最大デューティでプラズマリアクタ3が駆動している間（以下、初期駆動期間）に、消費エネルギー、排気ガス温度、煤濃度および気圧のデータを取得する。

【0070】

消費エネルギーは、初期駆動期間中にプラズマリアクタ3の放電で消費されたエネルギーである。CPU 51は、初期駆動期間中に、供給エネルギー E_{sup} および回生エネルギー E_{reg} を繰り返し算出する。またCPU 51は、初期駆動期間中に、供給エネルギー E_{sup} から回生エネルギー E_{reg} を減算した減算値を繰り返し算出する。またCPU 51は、初期駆動期間中に算出した減算値を積算し、この積算値を消費エネルギーとする。そしてCPU 51は、算出した消費エネルギーの値を、消費エネルギーのデータとして取得する。

【0071】

またCPU 51は、エンジンECU 2から定期的送信される排気ガス温度情報を初期駆動期間中に受信し、受信した排気ガス温度情報が示す排気ガス温度の値を、排気ガス温度のデータとして取得する。CPU 51は、エンジンECU 2から定期的送信される煤濃度情報を初期駆動期間中に受信し、受信した煤濃度情報が示す煤濃度の値を、煤濃度のデータとして取得する。CPU 51は、エンジンECU 2から定期的送信される気圧情報を初期駆動期間中に受信し、受信した気圧情報が示す気圧の値を、気圧のデータとして取得する。

【0072】

さらにCPU 51は、初期駆動期間中に取得した煤濃度のデータに基づいて、初期駆動期間中に浄化された煤の量（以下、初期浄化煤量）を算出する。そしてCPU 51は、消費エネルギー、初期浄化煤量、排気ガス温度および気圧をパラメータとして補正係数が予め設定された補正係数算出マップを参照して、補正係数を決定する。この補正係数は、S 54の処理で用いられる。

【0073】

次にCPU 51は、S 50にて、予め設定された実行周期（本実施形態では、例えば1秒）が経過したか否かを判断する。具体的には、CPU 51は、RAM 53に設けられた実行タイマの値が実行周期に相当する値以上であるか否かを判断する。実行タイマは、例えば1ms毎にインクリメント（すなわち、1加算）するタイマであり、起動されると、その値が0からインクリメントする。

【0074】

ここで、実行周期が経過していない場合には、CPU 51は、S 50の処理を繰り返すことにより、実行周期が経過するまで待機する。そして、実行周期が経過すると、CPU 51は、S 52にて、実行タイマを起動する。

【0075】

次にCPU 51は、S 54にて、取得した最新の排気ガス温度、煤濃度および気圧のデータに基づき、排気ガス温度、煤濃度および気圧をパラメータとして目標消費エネルギーが予め設定された目標算出マップを参照して、目標消費エネルギーを決定する。さらにCPU 51は、決定した目標消費エネルギーに、S 40で決定した補正係数を乗じた乗算値を、補正目標エネルギーとして算出する。

【0076】

またCPU 51は、S 56にて、入力された最新の供給電流積分電圧 V_{isi} に基づいて、式(7)により供給エネルギー E_{sup} を算出する。またCPU 51は、入力された最新

10

20

30

40

50

の回生電流積分電圧 V_{iri} に基づいて、式(8)により回生エネルギー E_{reg} を算出する。さらにCPU51は、算出された供給エネルギー E_{sup} から回生エネルギー E_{reg} を減じた減算値を、制御エネルギーとして算出する。

【0077】

そしてCPU51は、S58にて、例えば比例ゲイン、積分ゲインおよび微分ゲインを用いたフィードバック制御(すなわち、PID制御)により、算出された補正目標エネルギーと、算出された制御エネルギーとの偏差が0になるように、PWM信号のデューティを算出する。そしてCPU51は、算出したデューティに設定されたPWM信号を電圧出力端子54から出力する。

【0078】

次に、CPU51は、S60にて、浄化時診断処理を実行する。

ここで、浄化時診断処理の手順を説明する。浄化時診断処理が実行されると、CPU51は、図5に示すように、まずS210にて、ドライバ32の過熱保護を実行する。具体的には、CPU51は、まず、温度センサ8からの検出信号が示す温度(以下、ドライバ温度)が、予め設定された故障判定温度以上であるか否かを判断する。ここで、ドライバ温度が故障判定温度以上である場合には、CPU51は、RAM53に設けられたドライバ過熱フラグをセットし、電圧出力端子54からのPWM信号の出力を禁止する。一方、ドライバ温度が故障判定温度未満である場合には、CPU51は、ドライバ過熱フラグをクリアする。

【0079】

次にS220にて、CPU51は、バッテリー5の電圧の異常を診断する。具体的には、CPU51は、S120と同様にして、電源電圧が動作電圧範囲内であるか否かを判断する。ここで、電源電圧が動作電圧範囲内である場合には、CPU51は、RAM53に設けられた浄化時電圧異常フラグをクリアする。一方、電源電圧が動作電圧範囲外である場合には、CPU51は、浄化時電圧異常フラグをセットする。

【0080】

次にS230にて、CPU51は、ドライバ32の過電圧保護を実行する。具体的には、CPU51は、まず、電圧検出回路40から電圧入力端子56に入力した電圧に基づいて、フライバック電圧 V_{fly} を算出する。そしてCPU51は、算出したフライバック電圧 V_{fly} が予め設定された故障判定電圧以上であるか否かを判断する。ここで、フライバック電圧 V_{fly} が故障判定電圧以上である場合には、CPU51は、RAM53に設けられたドライバ過電圧フラグをセットし、電圧出力端子54からのPWM信号の出力を禁止する。一方、フライバック電圧 V_{fly} が故障判定電圧未満である場合には、CPU51は、ドライバ過電圧フラグをクリアする。

【0081】

次にS240にて、CPU51は、トランス4の内部故障を診断する。具体的には、CPU51は、S130と同様にして、ドライバ32がオン状態であるときに、電圧検出回路37から電圧入力端子57に入力した電圧 V_{ip} に基づいて、一次側コイル電流値がトランス断線判定値未満であるか否かを判断する。ここで、一次側コイル電流値がトランス断線判定値未満である場合には、CPU51は、RAM53に設けられた浄化時断線異常フラグをセットする。一方、一次側コイル電流値がトランス断線判定値以上である場合には、CPU51は、浄化時断線異常フラグをクリアする。

【0082】

次にS250にて、CPU51は、プラズマリアクタ3のオープン異常を診断する。具体的には、CPU51は、まず、S150と同様にして、電圧検出回路40から電圧入力端子56に入力した電圧に基づいて、フライバック電圧 V_{fly} を算出する。そしてCPU51は、算出したフライバック電圧 V_{fly} がオープン判定電圧を超えているか否かを判断する。ここで、フライバック電圧 V_{fly} がオープン判定電圧を超えている場合には、CPU51は、RAM53に設けられた浄化時オープンフラグをセットする。一方、フライバック電圧 V_{fly} がオープン判定電圧以下である場合には、CPU51は、浄化時オープン

10

20

30

40

50

フラグをクリアする。

【0083】

そして、S250の処理が終了すると、CPU51は、浄化時診断処理を終了する。

浄化時診断処理が終了すると、CPU51は、図3に示すように、S70にて、エンジンECU2から定期的に受信するエンジン駆動情報に基づいて、車両のエンジンが停止したか否かを判断する。ここで、エンジンが停止していない場合には、CPU51は、S50に移行する。一方、エンジンが停止した場合には、CPU51は、放電制御処理を終了する。

【0084】

次に、放電制御装置6の動作の具体例を説明する。

図10に示すように、時刻 t_1 において、PWM信号がローレベルからハイレベルに切り替わると、ゲート制御電圧 V_{gs} がローレベルからハイレベルに切り替わる。これにより、一次電流 I_p が徐々に増加するとともに、一次端子間電圧 V_p が電源電圧 V_B になる。また、一次電流 I_p の増加に伴って、供給電流積分電圧 V_{isi} が徐々に上昇する。

【0085】

そして、時刻 t_2 において、PWM信号がハイレベルからローレベルに切り替わると、ゲート制御電圧 V_{gs} がハイレベルからローレベルに切り替わる。これにより、一次電流 I_p が急激に減少して0[A]になる。また、一次端子間電圧 V_p が負側まで急激に低下するとともに二次端子間電圧 V_s が急激に上昇して、プラズマリアクタ3において放電が発生する。また、フライバック電圧 V_{fly} が急激に上昇する。

【0086】

放電が発生している期間は、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間である。放電終了後、一次電流 I_p は、負側で振動しながら減衰し、時刻 t_4 で0[A]になる。時刻 t_3 から時刻 t_4 までに流れる一次電流 I_p は、回生電流である。一次端子間電圧 V_p は、時刻 t_3 から時刻 t_4 までの間で電源電圧 V_B となり、時刻 t_4 で0[V]となる。また、二次端子間電圧 V_s は、時刻 t_3 から時刻 t_4 までの間に、正側と負側との間で振動しながら減衰する。

【0087】

また、時刻 t_3 から時刻 t_4 までに流れる一次電流 I_p によって、回生電流積分電圧 V_{iri} が徐々に上昇する。また、回生検出回路38の出力電圧 V_{isr} は、時刻 t_3 にローレベルからハイレベルに切り替わり、時刻 t_4 にハイレベルからローレベルに切り替わる。そして、出力電圧 V_{isr} がローレベルからハイレベルに切り替わったときに、供給電流積分電圧 V_{isi} がリセットされて0[V]になる。なお、回生検出回路38の出力電圧 V_{isr} に応じて、ゲート制御電圧 V_{gs} は、時刻 t_3 にローレベルからハイレベルに切り替わり、時刻 t_4 にハイレベルからローレベルに切り替わる。

【0088】

そして、ゲート制御電圧 V_{gs} がローレベルからハイレベルに切り替わる時刻 t_5 において、電圧出力端子54の電圧 V_{irr} がローレベルからハイレベルに切り替わると、回生電流積分電圧 V_{iri} がリセットされて0[V]になる。

【0089】

このように構成された放電制御装置6は、フライバック方式の電源回路を制御する。電源回路は、一次側コイル21および二次側コイル22を有して電圧変換を行うトランス4と、一次側コイル21への通電を制御するドライバ32とを備えて、放電によりプラズマを発生させるプラズマリアクタ3に電気エネルギーを供給する。

【0090】

放電制御装置6は、一次側コイル21に流れる一次電流 I_p と、一次側コイル21に発生する端子間電圧 V_p とに基づいて、一次側コイル21に供給される供給エネルギー E_{sup} と、供給エネルギー E_{sup} のうちプラズマリアクタ3の放電に利用されなかった回生エネルギー E_{reg} とを算出する。

【0091】

放電制御装置6は、算出された供給エネルギー E_{sup} および回生エネルギー E_{reg} に

10

20

30

40

50

基づいて、電源回路を制御する。

このように放電制御装置 6 は、一次側コイル 2 1 に流れる一次電流 I_p と、一次側コイル 2 1 に発生する端子間電圧 V_p とに基づいて、供給エネルギー E_{sup} と回生エネルギー E_{reg} とを算出して、電源回路を制御する。これにより、放電制御装置 6 は、二次側コイル 2 2 に流れる二次電流と、二次側コイル 2 2 に発生する二次電圧とを用いることなく、電源回路を制御することができる。このため、放電制御装置 6 は、絶縁を確保するための部品または作業を不要とすることができ、製造コストを低減、または、装置構成を簡素化することができる。

【 0 0 9 2 】

以上説明した実施形態において、トランス 4 およびドライバ 3 2 は電源回路に相当し、端子間電圧 V_p は一次電圧に相当する。

10

また、S 5 6 はエネルギー算出部およびエネルギー算出手順としての処理に相当し、S 5 8 は制御部および制御手順としての処理に相当する。

【 0 0 9 3 】

以上、本開示の一実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されるものではなく、種々変形して実施することができる。

例えば上記実施形態では、式 (7) , (8) を用いて供給エネルギー E_{sup} および回生エネルギー E_{reg} を算出する形態を示したが、式 (9) , (1 0) を用いて供給エネルギー E_{sup} および回生エネルギー E_{reg} を算出するようにしてもよい。

【 0 0 9 4 】

20

また、上記実施形態における 1 つの構成要素が有する機能を複数の構成要素に分担させたり、複数の構成要素が有する機能を 1 つの構成要素に発揮させたりしてもよい。また、上記実施形態の構成の一部を省略してもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、他の上記実施形態の構成に対して付加、置換等してもよい。

【 0 0 9 5 】

上述した放電制御装置 6 の他、当該放電制御装置 6 を構成要素とするシステム、当該放電制御装置 6 としてコンピュータを機能させるためのプログラム、このプログラムを記録した半導体メモリ等の非遷移的実態的記録媒体、放電制御方法など、種々の形態で本開示を実現することもできる。

【符号の説明】

30

【 0 0 9 6 】

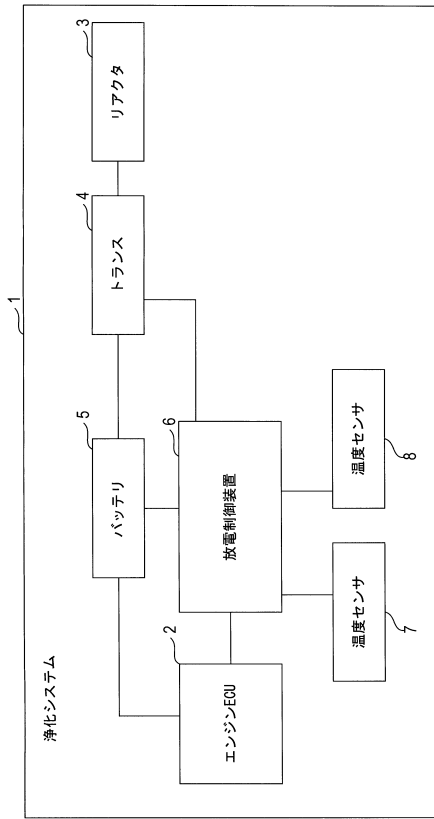
3 ... プラズマリアクタ、 4 ... トランス、 6 ... 放電制御装置、 2 1 ... 一次側コイル、 2 2 ... 二次側コイル、 3 2 ... ドライバ

40

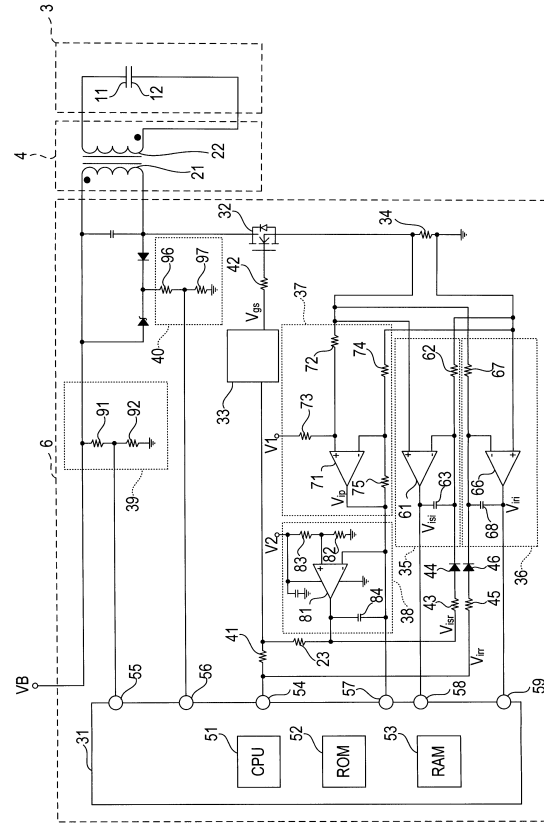
50

【図面】

【図1】



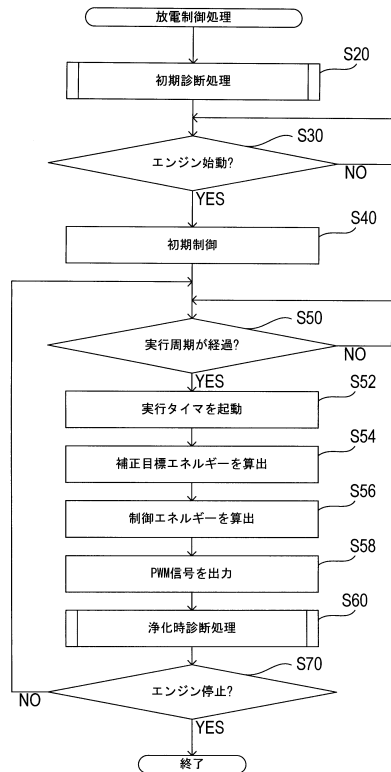
【図2】



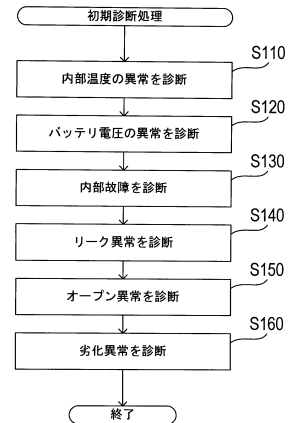
10

20

【図3】



【図4】

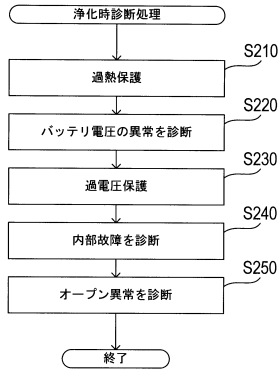


30

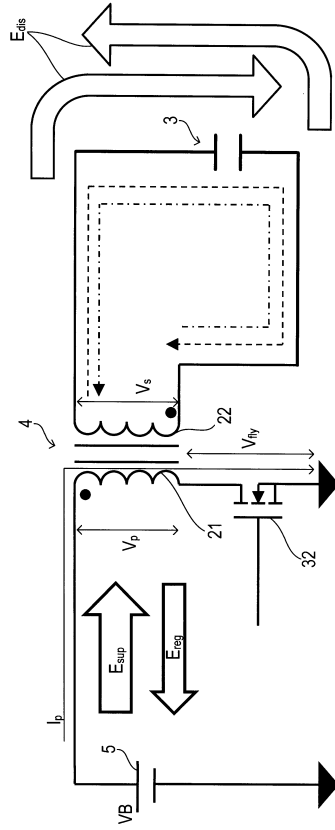
40

50

【図5】



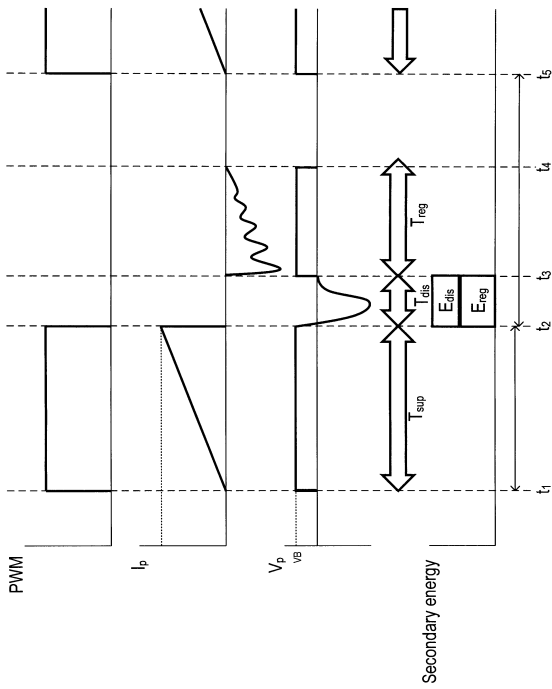
【図6】



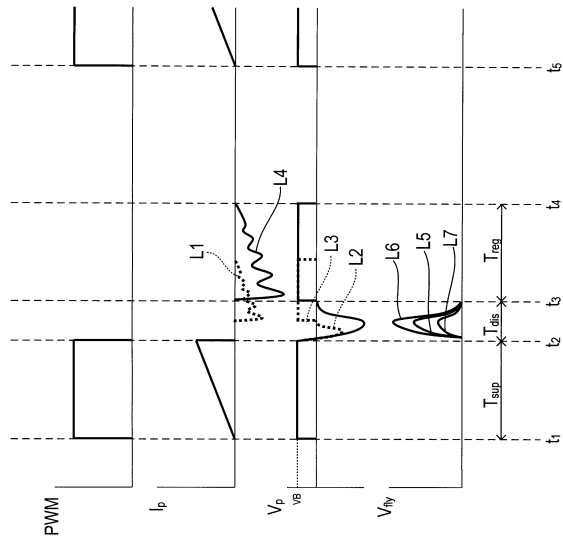
10

20

【図7】



【図8】

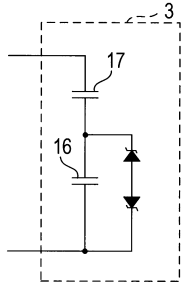


30

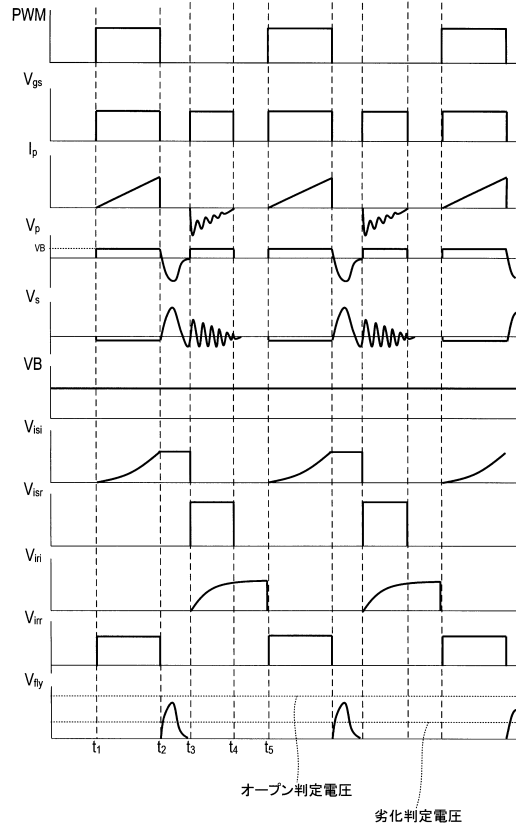
40

50

【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2018 - 60597 (JP, A)
特表平 03 - 502636 (JP, A)
特開 2016 - 96656 (JP, A)
米国特許出願公開第 2007 / 0121349 (US, A1)
特開 2012 - 134158 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | | | |
|------|---------|---|--------|
| H05H | 1 / 00 | - | 1 / 54 |
| F01N | 3 / 08 | | |
| F01N | 11 / 00 | | |
| F01N | 3 / 028 | | |
| H02M | 3 / 00 | - | 3 / 44 |