

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6877338号
(P6877338)

(45) 発行日 令和3年5月26日(2021.5.26)

(24) 登録日 令和3年4月30日(2021.4.30)

(51) Int. Cl.	F I					
HO2H	7/00	(2006.01)	HO2H	7/00	L	
HO2J	1/00	(2006.01)	HO2J	1/00	308K	
HO3K	17/00	(2006.01)	HO2J	1/00	309R	
HO3K	17/687	(2006.01)	HO3K	17/00	B	
			HO3K	17/687	A	

請求項の数 14 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2017-518681 (P2017-518681)
 (86) (22) 出願日 平成27年5月20日 (2015.5.20)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2015/064443
 (87) 国際公開番号 W02016/185579
 (87) 国際公開日 平成28年11月24日 (2016.11.24)
 審査請求日 平成29年11月16日 (2017.11.16)
 審判番号 不服2019-16141 (P2019-16141/J1)
 審判請求日 令和1年11月29日 (2019.11.29)

(73) 特許権者 000003997
 日産自動車株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 (74) 代理人 110000486
 とこしえ特許業務法人
 (72) 発明者 下村 卓
 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内
 (72) 発明者 林 哲也
 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内
 (72) 発明者 津川 大
 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源制御装置及びその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

負荷に対して電氣的に接続され、正極及び負極を有する直流電源と、
 前記正極から前記負荷を介して前記負極までの電流経路に直列接続されたりレーと、
 前記電流経路に直列接続された半導体スイッチング素子と、
 前記電流経路に接続され、電流又は電圧を検出するセンサと、
 前記リレー及び前記半導体スイッチング素子を制御するコントローラとを備え、
 前記コントローラは、
 前記センサを用いて、前記電流経路に流れる電流が所定の電流閾値より低い状態を検出し、

前記電流経路に流れる電流が所定の電流閾値より低い状態である場合に、前記リレーをオフ状態にした後に前記半導体スイッチング素子をオフ状態に切り替えることで、前記電流経路を開放させ、

前記電流閾値はゼロ又はゼロに近い値に設定されている電源制御装置。

【請求項2】

前記コントローラは、

前記電流経路に流れる電流が所定の電流閾値より低い状態である場合に、前記リレーをオフ状態にした時点から前記半導体スイッチング素子をオフ状態にする時点までの期間内に、前記センサの検出値に基づいて前記リレーの故障診断を行う

請求項1記載の電源制御装置。

【請求項 3】

前記コントローラは、

前記電流経路に流れる電流が所定の電流閾値より低い状態である場合に、前記リレーをオフ状態に切り替える前に、第 1 所定期間、前記半導体スイッチング素子をオフ状態にし、

前記第 1 所定期間内に、前記センサの検出値に基づいて前記半導体スイッチング素子の故障診断を行う

請求項 1 又は 2 に記載の電源制御装置。

【請求項 4】

前記コントローラは、

前記電流経路に流れる電流が所定の電流閾値より低い状態である場合に、前記リレーをオフ状態にする時点から前記半導体スイッチング素子をオフ状態にする時点までの期間内に、前記センサの検出値に基づき前記半導体スイッチング素子の故障診断を行う

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の電源制御装置。

【請求項 5】

前記コントローラは、

前記電流経路を電氣的に導通させる場合には、前記リレーをオン状態に切り替えた後に、前記半導体スイッチング素子をオン状態に切り替え、

前記電流経路を電氣的に導通させる場合に、前記リレーをオン状態に切り替えた後に、前記半導体スイッチング素子をオン状態に切り替える制御は、前記電源制御装置を立ち上げる時に実行され、

前記電流経路に流れる電流が前記所定の電流閾値より低い状態である場合に、前記リレーをオフ状態にした後に前記半導体スイッチング素子をオフ状態に切り替えることで、前記電流経路を開放させる制御は、前記電源制御装置を立ち下げる時に実行される

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の電源制御装置。

【請求項 6】

前記コントローラは、

前記電流経路を電氣的に導通させる場合には、前記リレーをオン状態に切り替える前に、第 2 所定期間、前記半導体スイッチング素子をオン状態にし、

前記第 2 所定期間内に、前記センサの検出値に基づいて前記リレーの故障診断を行う

請求項 5 に記載の電源制御装置。

【請求項 7】

前記コントローラは、

前記電流経路を電氣的に導通させる場合に、前記リレーをオン状態にする時点から前記半導体スイッチング素子をオン状態にする時点までの期間内に、前記センサの検出値に基づき前記半導体スイッチング素子の故障診断を行う

請求項 5 又は 6 に記載の電源制御装置。

【請求項 8】

前記コントローラは、

前記電流経路を電氣的に導通させる場合に、前記リレーをオン状態に切り替えた後、前記半導体スイッチング素子の駆動電圧を上昇させた時点以降に、前記センサの検出値に基づき前記半導体スイッチング素子及び前記リレーの故障診断を行う

請求項 5 ~ 7 のいずれか一項に記載の電源制御装置。

【請求項 9】

前記直流電源を収容する電源用筐体を備え、

前記リレーは、前記正極側及び前記負極側の一方の電極側に接続されており、

前記半導体スイッチング素子は、前記正極側及び前記負極側の他方の電極側に接続されており、

前記他方の電極と前記電源用筐体との間の電位差は、前記一方の電極と前記電源用筐体との電位差よりも小さい

10

20

30

40

50

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の電源制御装置。

【請求項 10】

前記直流電源を収容する電源用筐体を備え、
前記リレーと前記半導体スイッチング素子との直列回路が、前記正極側又は前記負極側のうち、一方の電極側に接続されており、

前記一方の電極と前記電源用筐体との間の電位差は、前記正極側又は前記負極側のうち他方の電極と前記電源用筐体との電位差よりも大きい

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の電源制御装置。

【請求項 11】

前記リレーは、前記電流経路上で、前記直流電源と前記半導体スイッチング素子との間に接続されている

10

請求項 10 記載の電源制御装置。

【請求項 12】

前記直流電源を収容する電源用筐体と

前記負荷を収容する負荷用筐体を備え、

前記電源用筐体の電位と前記負荷用筐体の電位が同電位である

請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の電源制御装置。

【請求項 13】

前記直流電源を収容する電源用筐体を備え

前記電源用筐体の電位は、前記正極側の前記電流経路の電位、又は、前記負極側の前記電流経路の電位のいずれか一方の電位と同電位である

20

請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の電源制御装置。

【請求項 14】

直流電源の正極から負荷を介して前記直流電源の負極までの電流経路に直列接続されたリレー、前記電流経路に直列接続された半導体スイッチング素子、前記電流経路に接続され電流又は電圧を検出するセンサ、及び、前記リレーと前記半導体スイッチング素子を制御するコントローラとを備えた電源制御装置の制御方法であって、

前記センサを用いて、前記電流経路に流れる電流が所定の電流閾値より低い状態検出し、

前記電流経路に流れる電流が所定の電流閾値より低い状態である場合に、前記リレーをオフ状態にした後に前記半導体スイッチング素子をオフ状態に切り替えることで、前記電流経路を開放し、

30

前記電流閾値はゼロ又はゼロに近い値に設定されている制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電源制御装置及びその方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

40

突入電流を防止するための制限抵抗を廃止した電源制御装置が開示されている。当該電源制御装置において、制御装置は、起動指令 ST を受けると、システムメインリレー SMR1、SMR3 をオンさせてコンデンサ C を充電するプリチャージ処理を実行する。ここで、制限抵抗が設けられていないため、制御装置は、システムメインリレー SMR3 のパワー MOSFET が最大定格電力を超えない範囲であって、かつ、飽和領域で動作するようにパワー MOSFET のゲート電圧を制御する。そして、プリチャージ処理の完了後に、SMR2 をオンに、SMR3 をオフにする（特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

50

【特許文献1】特開2007-143221号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記の電源制御装置において、バッテリーとモータとの間に流れている電流を遮断する場合には、メインリレーSMR3のパワーMOSFETパワーMOSFETがオフになっている状態で、メインリレーSMR1、SMR2をオフにすることとなる。そのため、電流の遮断時に、メインリレーSMR1、SMR2の接点が劣化しやすいという問題があった。

【0005】

本発明が解決しようとする課題は、リレー接点の劣化を抑制できる電源制御装置又はその方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、直流電源の正極から負荷を介して直流電源の負極までの電流経路に対して、半導体スイッチング素子及びリレーをそれぞれ直列に接続し、電流経路に流れる電流が所定の電流閾値より低い状態である場合に、リレーをオフ状態にした後に半導体スイッチング素子をオフ状態に切り替えることで、電流経路を開放させることによって上記課題を解決する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、リレーには高電流が流れていない状態で、スイッチング素子より先にリレーをオフ状態に切り換えているため、リレーの接点の劣化を抑制できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、本実施形態に係る電源制御装置のブロック図である。

【図2】図2は、本実施形態において、スイッチング素子の接続例を説明するための回路図である。

【図3】図3は、本実施形態において、スイッチング素子の接続例を説明するための回路図である。

【図4】図4は、電流経路を電氣的に導通させる場合の、電力供給信号のオン、オフ状態、リレーの駆動電圧、及び、スイッチング素子の駆動電圧の特性を示すグラフである。

【図5】図5は、電流経路を電氣的に導通させる場合の、電力供給信号のオン、オフ状態、リレーの駆動電圧、及び、スイッチング素子の駆動電圧の特性を示すグラフである。

【図6】図6は、電流経路を電氣的に遮断する場合の、電力供給信号のオン、オフ状態、リレーの駆動電圧、及び、スイッチング素子の駆動電圧の特性を示すグラフである。

【図7】図7は、電流経路を電氣的に遮断する場合の、電力供給信号のオン、オフ状態、リレーの駆動電圧、及び、スイッチング素子の駆動電圧の特性を示すグラフである。

【図8】図8は、電流経路が非導通状態である場合の、電力供給信号のオン、オフ状態、リレーの駆動電圧、及び、スイッチング素子の駆動電圧の特性を示すグラフである。

【図9】図9は、電流経路が非導通状態である場合の、電力供給信号のオン、オフ状態、リレーの駆動電圧、及び、スイッチング素子の駆動電圧の特性を示すグラフである。

【図10】図10は、本発明の他の実施形態に係る電源制御装置のブロック図である。

【図11】図11は、本発明の他の実施形態に係る電源制御装置のブロック図である。

【図12】図12は、変形例に係る電源制御装置のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

《第1実施形態》

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

図 1 は、本発明の実施形態に係る電源制御装置のブロック図である。本実施形態に係る電源制御装置は、例えば車両に設けられており、車両に搭載されたバッテリーの電力を、インバータを介してモータに供給するシステムを制御する装置である。以下の説明では、電源制御装置が車両に設けられる場合を前提に説明するが、電源制御装置は車両に限らず他の装置に設けられていてもよい。例えば、電源制御装置は、定置用の電源の電力を負荷に供給する際の電力システムに適用されてもよい。

【 0 0 1 1 】

図 1 に示すように、電源制御装置は、直流電源 1 と、負荷装置 2 と、スイッチング素子 3 と、リレー 4 と、駆動制御装置 5 と、電圧センサ 6 A、6 B、6 C と、電流センサ 7 A、7 B と、制御装置 8 と、電源ライン P、N を備えている。なお、制御装置 8 は、必ずしも電源制御装置の構成でなくてもよい。図 1 では、駆動制御装置 5 と制御装置 8 を分けて図示しているが、駆動制御装置 5 及び制御装置 8 を 1 つの制御装置としてもよい。なお、図 1 において、点線の矢印は制御信号を示している。

10

【 0 0 1 2 】

直流電源 1 は、負荷装置 2 に対して電力を供給する装置であって、バッテリー 1 1 と筐体 1 2 とを有している。バッテリー 1 1 は、リチウムイオン電池などの二次電池を複数接続する。バッテリー 1 1 は、正極及び負極を有している。バッテリー 1 1 の正極と負極は、一対の電源ライン P、N を介して負荷装置 2 にそれぞれ接続されている。筐体 1 2 は、バッテリー 1 1 を収容するための金属製のケースである。また直流電源 1 は、負荷装置 2 の回生によって発電した電力を、バッテリー 1 1 で蓄電する機能も有している。

20

【 0 0 1 3 】

負荷装置 2 は、直流電源 1 の電力を消費する装置であり、インバータ 2 1 と筐体 2 2 とを有している。負荷装置 2 は電源ライン P、N を介して、直流電源 1 に電氣的に接続されている。インバータ 2 1 は、バッテリー 1 1 の電力を変換し、図示しないモータに変換された電力を供給する電力変換装置である。インバータ 2 1 の入力側 (DC 側) は、電源ラインを介してバッテリー 1 1 に接続されており、インバータ 2 1 の出力側 (AC 側) は、モータに接続されている。筐体 2 2 は、インバータ 2 1 を収容するための金属製のケースである。なお、負荷装置 2 は、インバータ 2 1 に限らず、モータを有してもよく、インバータ 2 1 以外の他の負荷 (例えば、電熱線) でもよい。

30

【 0 0 1 4 】

電源ライン P、N は、直流電源 1 と負荷装置 2 との間を接続する一対の配線である。また、電源ライン P、N は、直流電源 1 の正極から負荷装置 2 を介して直流電源 1 の負極までの電流経路となる。

【 0 0 1 5 】

スイッチング素子 3 は、スイッチング機能をもつ半導体素子である。本実施形態では、スイッチング素子 3 は P チャンネル MOS F E T である。スイッチング素子 3 は、- 電極側 (負極側) の電源ライン N に接続されている。スイッチング素子 3 は、M O S F E T に限らず I G B T でもよい。またスイッチング素子 3 は、S i、S i C、又は G a N 等のワイドバンドギャップ半導体材料を用いたユニポーラまたはバイポーラ構造のスイッチング素子でよい。

40

【 0 0 1 6 】

直流電源 1 から負荷装置 2 に向かう方向を順方向とした場合に、本実施形態に係る電源制御装置は、順方向に流れる電流を遮断できるように構成されている。そのため、P チャンネル F E T の導通方向が、電源ライン N の順方向となるように、スイッチング素子 3 は接続されている。なお、スイッチング素子 3 を用いて、逆方向の回生電流を遮断するように構成する場合には、図 1 に示すスイッチング素子 3 のドレインとソースを逆にした上で、スイッチング素子 3 を接続すればよい。

【 0 0 1 7 】

また順方向及び逆方向の電流を遮断する場合には、図 2 に示すように、逆耐圧性能をも

50

たない複数のスイッチング素子 3 を直列に接続すればよい。図 2 は、両方向の電流の遮断を可能とするスイッチング素子 3 の接続例を示した回路図である。図 2 に示すように、2 つのスイッチング素子 3 は、P 型チャネルの MOSFET であり、互いに逆方向にしつつ、直列に接続されている。

【 0 0 1 8 】

また、両方向の電流の遮断を可能とする他の接続例として、図 3 に示すように、逆耐圧性能をもつスイッチング素子 3 を並列に接続してもよい。図 3 は、両方向の電流の遮断を可能とするスイッチング素子 3 の接続例を示した回路図である。図 3 に示すように、2 つのスイッチング素子 3 は、IGBT であり、互いに逆方向にしつつ、並列に接続されている。

10

【 0 0 1 9 】

リレー 4 は機械式のスイッチである。リレー 4 には、例えば電磁継電器が用いられる。リレー 4 は、スイッチング素子 3 と異なり、スイッチのオン、オフに伴って、機械的に移動する一対の接点を有している。一対の接点のうち、少なくとも一方の接点が動的に移動すればよい。リレー 4 は、+ 電極側（正極側）の電源ライン P に接続されている。リレー 4 は、コイルを有しており、当該コイルに電流を流すことで生じる電磁誘導によって、接点が駆動するような構造になっている。

【 0 0 2 0 】

上記のように、本実施形態に係る電源制御装置において、直流電源 1 と負荷装置 2 との間で電流を導通させる電流経路は、電源ライン P、N で形成されている。電流経路の電気的な導通と遮断を切り替えるために、電源ライン P、N にリレー 4 とスイッチング素子 3 がそれぞれ接続されている。通常、高電圧である直流電源と負荷との間で、オン、オフを切り替える場合には、一対のリレースイッチを、正極側の電源ラインと、負極側の電源ラインに接続する。一方、本願発明では、正極側に接続したリレースイッチの役割を、リレー 4 にもたせており、負極側に接続したリレースイッチの役割を、スイッチング素子 3 にもたせている。言い替えると、本実施形態において、リレー 4 は、正極又は負極のいずれか一方の極の電流経路を、独立してオン、オフの切り替えを可能とするスイッチである。

20

【 0 0 2 1 】

バッテリー 1 1 の正極と筐体 1 2 との間の電位差（以下、第 1 電位差と称す）と、バッテリー 1 1 の負極と筐体との間の電位差（以下、第 2 電位差と称す）が異なる場合には、スイッチング素子 3 は、より小さい方の電位差をもつ電極側に、近づくように接続されている。例えば、第 2 電位差が第 1 電位差よりも小さい場合には、スイッチング素子 3 は負極側の電源ライン N に接続され、リレー 4 は正極側の電源ライン P に接続される。このような接続形態は、図 1 に示した接続形態である。一方、第 1 電位差が第 2 電位差よりも小さい場合には、スイッチング素子 3 は正極側の電源ライン P に接続され、リレー 4 は負極側の電源ライン N に接続される。

30

【 0 0 2 2 】

スイッチング素子 3 は、オフ状態でも、素子の内部でリーク電流が発生する可能性がある。そして、電圧が高いほど、リーク電流が増加する。そのため、第 1 電位差と第 2 電位差のうち、電位差の低い方の電源ラインに、スイッチング素子 3 を接続することで、筐体等からスイッチング素子 3 に流れるリーク電流を抑制することができる。

40

【 0 0 2 3 】

駆動制御装置 5 は、スイッチング素子 3 及びリレー 4 のオン、オフを制御するコントローラである。駆動制御装置 5 は、制御装置 8 から送信される電力供給許可信号に基づき、スイッチング素子 3 及びリレー 4 のオン、オフを切り替える。また、駆動制御装置 5 は、電圧センサ 6 A ~ 6 C、電流センサ 7 A、7 B の検出値に基づき、スイッチング素子 3 及びリレー 4 のオン、オフを切り替える。また、駆動制御装置 5 は、スイッチング素子 3 及びリレー 4 の自己診断機能も有している。

【 0 0 2 4 】

電圧センサ 6 A は、直流電源 1 と負荷装置 2 との間の電流経路のうち、入力側の電圧を

50

検出する。電圧センサ 6 A の両端子のうち、高電位側の端子は、バッテリー 1 1 の正極とリレー 4 との間で、電源ライン P に接続されており、低電位側の端子は、電源ライン N に接続されている。

【 0 0 2 5 】

電圧センサ 6 B は、直流電源 1 と負荷装置 2 との間の電流経路のうち、出力側の電圧を検出する。電圧センサ 6 B の両端子のうち、高電位側の端子は、リレー 4 とのインバータ 2 1 間で、電源ライン P に接続されており、低電位側の端子は、スイッチング素子 3 とインバータ 2 1 との間で、電源ライン N に接続されている。

【 0 0 2 6 】

電圧センサ 6 C は、直流電源 1 と負荷装置 2 との間の電流経路のうち、リレー 4 の出力側の電圧を検出する。電圧センサ 6 C の両端子のうち、高電位側の端子は、リレー 4 とのインバータ 2 1 間で、電源ライン P に接続されており、低電位側の端子は、スイッチング素子 3 とバッテリー 1 1 の負極との間で、電源ライン N に接続されている。

【 0 0 2 7 】

電流センサ 7 A は、電源ライン P の電流を検出するセンサであって、バッテリー 1 1 の正極とリレー 4 との間で、電源ライン P に接続されている。電流センサ 7 B は、電源ライン N の電流を検出するセンサであって、バッテリー 1 1 の負極とスイッチング素子 3 との間で、電源ライン N に接続されている。

【 0 0 2 8 】

電圧センサ 6 A、6 B、6 C の検出電圧及び電流センサ 7 A、7 B の検出電流は、駆動制御装置 5 に出力される。

【 0 0 2 9 】

制御装置 8 は、車両全体を制御するコントローラである。制御装置 8 は、駆動制御装置 5 との間で制御信号の通信を行うことができる。また制御装置 8 は、車両のメインスイッチの状態に応じて電力供給許可信号を駆動制御装置 5 に送信する。電力供給許可信号がオンのときには、直流電源 1 から負荷装置 2 への電力の供給が許可されたことを示す。電力供給許可信号がオフのときには、直流電源 1 から負荷装置 2 への電力の供給が許可されていないことを示す。そして、制御装置 8 は、例えば、ユーザの操作により車両のメインスイッチがオフからオンに切り替わった場合には、電力許可信号のレベルをハイにすることで、オン状態にする。一方、メインスイッチがオンからオフに切り替わった場合には、制御装置 8 は、電力許可信号のレベルをローにすることで、オフ状態にする。

【 0 0 3 0 】

次に、駆動制御装置 5 の具体的な制御について、説明する。まず、電源制御装置の立ち上げ時（起動時）の制御を説明する。駆動制御装置 5 は、直流電源 1 と負荷装置 2 との間の電流経路を電氣的に導通させることで、電力供給のためのシステムを起動させる。具体的には、駆動制御装置 5 は、制御装置 8 から、オン状態の電流許可信号を受信した場合に、直流電源 1 と負荷装置 2 との間の電流経路を電氣的に導通させるように、以下のシーケンスで制御を行う。

【 0 0 3 1 】

図 4 は、直流電源 1 と負荷装置 2 との間の電流経路を電氣的に導通させる場合の、電力供給信号のオン、オフ状態、リレー 4 の駆動電圧、及び、スイッチング素子 3 の駆動電圧の特性を示すグラフである。図 4 のグラフの横軸は時間を示している。また、リレー 4 の駆動電圧は、駆動制御装置 5 の制御信号に基づき、リレー 4 のコイルに印加される電圧を示しており、駆動電圧が V_{ON} のときに、リレー 4 はオン状態となり、駆動電圧が V_{OFF} のときに、リレー 4 はオフ状態となる。スイッチング素子 3 の駆動電圧は、スイッチング素子 3 のゲート電圧に相当する。なお、後述する図 5 ~ 図 9 に示すグラフの縦軸及び横軸は、図 4 に示すグラフの縦軸及び横軸と同様である。

【 0 0 3 2 】

電力供給信号がオフの場合に、スイッチング素子 3 及びリレー 4 はオフ状態である。すなわち、直流電源 1 と負荷装置 2 との間で電流を流す必要がない場合には、スイッチング

10

20

30

40

50

素子 3 及びリレー 4 が共にオフ状態を維持する。これにより、電流経路のインピーダンスが高い状態で保たれ、システムの安全性を高めることができる。なお、スイッチング素子 3 及びリレー 4 のうち、いずれか一方のスイッチをオフ状態にすることで、電流経路の高インピーダンスを保つことができる場合には、スイッチング素子 3 及びリレー 4 のうち、いずれか一方のみをオフ状態にするだけでもよい。

【 0 0 3 3 】

図 4 に示すように、初期状態で、電力供給信号がオフになっており、リレー 4 の駆動電圧及びスイッチング素子 3 の駆動電圧は V_{OFF} である。時間 t_1 で、電力供給信号がオフからオンに切り替わると、駆動制御装置 5 は、時間 t_1 から所定時間の経過後の時間 t_2 で、リレー 4 の駆動電圧を V_{OFF} から V_{ON} に上げることで、リレー 4 をオフ状態からオン状態に切り替える。駆動制御装置 5 は、時間 t_2 から所定時間の経過後の時間 t_3 で、スイッチング素子 3 の駆動電圧を V_{OFF} から上昇させる。そして、時間 t_4 でスイッチング素子 3 の駆動電圧は V_{ON} となり、スイッチング素子 3 はオン状態に切り替わる。

10

【 0 0 3 4 】

ところで、電流経路を電氣的に導通させて、直流電源 1 から負荷装置 2 に電力を供給する場合に、電流は、電位の高いところから低いところに流れる。そして、電位の低いところに寄生容量や、容量成分をもつ回路素子が接続されている場合、例えば、負荷装置 2 の入力側 (DC 側) に平滑用のコンデンサが接続されている場合、電流経路を電氣的に導通させる際の初期段階で、直流電源 1 から負荷装置 2 に突入電流が流れてしまう。そして、突入電流は、電流経路のインピーダンスが低いほど大きくなる。大きな突入電流が、リレー 4 に流れた場合には、リレー 4 の接点の固着やスイッチング素子 3 の素子への悪影響を誘発する。また、電流経路のインダクタンスと突入電流によって、サージ電圧が発生するおそれもある。そのため、電流経路を電氣的に導通させる場合には、直流電源 1 から電流経路に流れる電流に制限をかけつつ、直流電源 1 と負荷装置 2 との間で電流を流さなければならぬ。

20

【 0 0 3 5 】

上記のように、本実施形態において、電流経路を電氣的に導通させる場合には、駆動制御装置 5 は、リレー 4 をオン状態に切り替えた後に、スイッチング素子 3 をオン状態に切り替える。スイッチング素子 3 は、MOSFET であるため、駆動制御装置 5 はゲート電圧を制御することで、スイッチング素子 3 のオン抵抗を調整することができ、電流経路に流れる電流量を任意に変更できる。リレー 4 は、時間 t_3 の時点で既にオンに状態になっている。そのため、スイッチング素子 3 のオン抵抗が高くなるように、ゲート電圧を調整しつつ、スイッチング素子 3 をオン状態に切り替えることで、直流電源 1 から電流経路に流れ込む突入電流を抑制できる。

30

【 0 0 3 6 】

また、本実施形態では時間 t_3 から徐々にスイッチング素子 3 の駆動電圧を低い状態から上昇させている。これにより、スイッチング素子 3 のオン抵抗が高い状態から徐々に低い状態に調整することができるため、突入電流を抑制することができる。

【 0 0 3 7 】

なお、時間 t_3 から時間 t_4 の期間において、駆動制御装置 5 は、電圧センサ 6 A ~ 6 C 又は電流センサ 7 A、7 B を用いて、直流電源 1 から電流経路に流れる電流を管理しつつ、突入電流を防止するための最適なゲート電圧を調整してもよい。直流電源 1 から電流経路に流れる電流は、例えば電圧センサ 6 A の検出電圧と電圧センサ 6 B の検出電圧の電圧差、電圧センサ 6 C の検出電圧、又は、電流センサ 7 A、7 B の検出電流から検出できる。

40

【 0 0 3 8 】

ゲート電圧を調整する際には、電流経路に流れる電流が、電流経路に接続された各素子の許容電流値を超えないように、駆動制御装置 5 は、ゲート電圧を調整するとよい。また、駆動制御装置 5 は、電流経路に流れることで、各素子の温度が許容温度より高くならな

50

いように、又は、各素子の印加電圧が許容値より高くなるように、ゲート電圧を調整するとよい。各素子の温度及び電圧は、別途センサを設け、当該センサの検出値で管理してもよく、又は、電圧センサ6A～6C等の検出値から演算により推定値を求めることで、管理されてもよい。また、調整する際のゲート電圧の値は、予め設定されてもよく、又は、センサの検出値に基づきリアルタイムで設定してもよい。

【0039】

なお、時間 t_1 から時間 t_2 までの所定時間、及び、時間 t_2 から時間 t_3 までの所定時間が短いほど、システムの立ち上げ時間を短くすることができる。

【0040】

本実施形態では、駆動制御装置5は、電力供給のシステムを起動させる際に、スイッチング素子3及びリレー4の自己診断を行うこともできる。図5を用いて、駆動制御装置5の制御シーケンスを説明する。

【0041】

図5は、直流電源1と負荷装置2との間の電流経路を電氣的に導通させつつ、スイッチング素子3及びリレー4の自己診断を行う場合の、電力供給信号のオン、オフの状態、リレー4の駆動電圧、及び、スイッチング素子3の駆動電圧の特性を示すグラフである。

【0042】

初期状態では、電力供給信号がオフになっており、リレー4の駆動電圧及びスイッチング素子3の駆動電圧は V_{OFF} である。時間 t_1 で電力供給信号がオフからオンになり、時間 t_2 でリレー4の駆動電圧が V_{OFF} から V_{ON} に立ち上がり、時間 t_3 でスイッチング素子3の駆動電圧が V_{OFF} から徐々に上昇し、時間 t_4 でスイッチング素子3の駆動電圧が V_{ON} となる点は、図4を用いて説明した上記シーケンスの制御と同様である。

【0043】

駆動制御装置5は、時間 t_1 から時間 t_2 までの所定期間内に、一時的にスイッチング素子3の駆動電圧を上げて、駆動電圧を上げた後に V_{OFF} まで下げるように、スイッチング素子3を制御する。駆動制御装置5は、時間 t_1 後の時間 t_a で、スイッチング素子3の駆動電圧を V_{OFF} から上昇させる。時間 t_a 後の時間 t_b で駆動電圧が V_{ON} になると、駆動制御装置5は、スイッチング素子3の駆動電圧を V_{ON} から下げる。そして、時間 t_c で駆動電圧が V_{OFF} になる。これにより、駆動制御装置5は、電流経路を導通させる場合には、リレー4をオン状態に切り替える前に、時間 t_a から時間 t_c までの期間、スイッチング素子3をオン状態にする。

【0044】

駆動制御装置5は、時間 t_a から時間 t_c までの期間で、電圧センサ6A～6Cの検出値又は電流センサ7A、7Bの検出値に基づき、スイッチング素子3及びリレー4の故障診断を行う。リレー4が正常であれば、時間 t_a から時間 t_c までの期間、スイッチング素子3の駆動電圧が V_{OFF} より高くなっても、電流は直流電源1から電流経路に流れない。そのため、時間 t_a から時間 t_c までの期間中、電圧センサ6A～6Cの検出値又は電流センサ7A、7Bの検出値に変化はなく、あるいは、変化があったとしても検出値の変動量は小さい。一方、リレー4の短絡故障(オン固着)が発生している場合には、時間 t_a から時間 t_c までの期間、スイッチング素子3の駆動電圧が V_{OFF} より高くなると、電流が直流電源1から電流経路に流れ出す。

【0045】

駆動制御装置5は、時間 t_a から時間 t_c までの期間に、電圧センサ6A～6Cの検出値又は電流センサ7A、7Bの検出値と閾値とを比較し、その比較結果に基づいて、リレー4が故障しているか否かを判断する。閾値は、リレー4の故障診断を行うために予め設定された値である。

【0046】

駆動制御装置5は、故障診断を行う際に、電圧センサ6A～6C及び電流センサ7A、7Bのうち、全てのセンサの検出値を用いる必要はなく、少なくとも1つの検出値を用いればよい。また、センサの検出値のうち、リレー4の故障によって、値が上昇する検出値

10

20

30

40

50

を用いてリレー 4 の故障診断を行う場合には、駆動制御装置 5 は、検出値が閾値よりも高い場合に、リレー 4 が故障していると判断する。また、ンサの検出値のうち、リレー 4 の故障によって、値が下降する検出値を用いてリレー 4 の故障診断を行う場合には、駆動制御装置 5 は、検出値が閾値よりも低い場合に、リレー 4 が故障していると判断する。なお、故障診断の際の検出値の選択、及び、検出値と閾値とを比較した場合の判断基準は、リレー 4 の故障診断に限らず、以下に説明するスイッチング素子 3 の故障診断の際に適用してもよい。なお、閾値と比較される検出値は、電圧センサ 6 A ~ 6 C、電流センサ 7 A、7 B の検出値としてもよく、これらセンサの検出値の差でもよい。

【 0 0 4 7 】

また、時間 t_a から時間 t_c までの期間は短いほど、システムの立ち上げ時間を短くすることができ、待機電力も抑制できる。また、リレー 4 の短絡故障を想定すると、時間 t_a から時間 t_c までの期間に、直流電源 1 から電流経路に電流が流れる。そして、時間 t_b から時間 t_c の期間、電流が遮断することになるため、電流量の変化によってサージ電圧が発生するおそれがある。そのため、電流経路上の各素子の耐圧及び電流経路のインダクタンスを考慮しつつ、サージ電圧によって、悪影響が素子に及ぼさないように、時間 t_b から時間 t_c までの期間は、できるだけ短い方が望ましい。

10

【 0 0 4 8 】

このように本実施形態において、電流経路を電氣的に導通させる場合には、駆動制御装置 5 は、リレー 4 をオン状態に切り替える前に、時間 t_b から時間 t_c の期間、スイッチング素子 3 をオン状態にし、かつ、時間 t_b から時間 t_c の期間内に、センサの検出値に基づいて、リレー 4 の故障診断を行う。これにより、システムの安全性を確保しつつ、回路素子等の保護を図ることができる。

20

【 0 0 4 9 】

駆動制御装置 5 は、時間 t_2 の後に、スイッチング素子 3 の故障診断を行うこともできる。駆動制御装置 5 は、時間 t_2 から時間 t_3 までの期間で、電圧センサ 6 A ~ 6 C の検出値又は電流センサ 7 A、7 B の検出値に基づき、スイッチング素子 3 の故障診断を行う。スイッチング素子 3 が正常であれば、時間 t_2 から時間 t_3 までの期間、リレー 4 がオン状態に切り替わっても、電流は直流電源 1 から電流経路に流れない。そして、時間 t_2 から時間 t_3 までの期間中、電圧センサ 6 A ~ 6 C の検出値又は電流センサ 7 A、7 B の検出値に変化はなく、あるいは、変化があったとしても検出値の変動量は小さい。一方、スイッチング素子 3 の短絡故障が発生している場合には、時間 t_2 から時間 t_3 までの期間、電流が直流電源 1 から電流経路に流れ出す。そのため、駆動制御装置 5 は、時間 t_2 から時間 t_3 までの期間、センサの検出値と予め設定された閾値とを比較しつつ、比較結果に基づきスイッチング素子 3 の故障を診断できる。

30

【 0 0 5 0 】

このように本実施形態において、電流経路を電氣的に導通させる場合には、駆動制御装置 5 は、リレー 4 をオン状態に切り替える時点（時間 t_2 ）からスイッチング素子 3 をオン状態にする時点（時間 t_3 ）までの期間内に、センサの検出値に基づき、スイッチング素子 3 の故障診断を行う。これにより、システムの安全性を確保しつつ、回路素子等の保護を図ることができる。

40

【 0 0 5 1 】

また、駆動制御装置 5 は、時間 t_3 の後に、スイッチング素子 3 及びリレー 4 の故障診断を行うこともできる。駆動制御装置 5 は、時間 t_3 以降の所定期間で、電圧センサ 6 A ~ 6 C の検出値又は電流センサ 7 A、7 B の検出値に基づき、スイッチング素子 3 の及びリレー 4 の故障診断を行う。スイッチング素子 3 及びリレー 4 が正常であれば、時間 t_3 以降、スイッチング素子 3 の駆動電圧の上昇に伴って、電流が直流電源 1 から電流経路に流れる。また、スイッチング素子 3 の駆動電圧が V_{ON} になった後も、電流が直流電源 1 から電流経路に流れる。そして、電流が直流電源 1 から電流経路に流れることで、電圧センサ 6 A ~ 6 C の検出値又は電流センサ 7 A、7 B の検出値が変化する。一方、スイッチング素子 3 の開放故障及びリレー 4 の開放故障のうち、いずれか一方の故障が発生してい

50

る場合には、電流は直流電源 1 から電流経路に流れない。また、電圧センサ 6 A ~ 6 C の検出値又は電流センサ 7 A、7 B の検出値に変化はなく、あるいは、変化があったとしても検出値の変動量は小さい。そのため、駆動制御装置 5 は、時間 t_3 以降の所定期間、センサの検出値と予め設定された閾値とを比較しつつ、比較結果に基づきスイッチング素子 3 の故障及びリレー 4 の故障を診断できる。

【 0 0 5 2 】

このように、本実施形態において、電流経路を電氣的に導通させる場合には、駆動制御装置 5 は、リレー 4 をオン状態に切り替えた後、センサの検出値に基づき、スイッチング素子 3 及びリレー 4 の故障診断を行う。これにより、システムの安全性を確保しつつ、回路素子等の保護を図ることができる。

10

【 0 0 5 3 】

次に、電源制御装置の立ち下げ時の制御を説明する。駆動制御装置 5 は、スイッチング素子 3 及びリレー 4 がオン状態で、オフ状態の電力供給信号を受信すると、電流経路を電氣的に遮断するように、スイッチング素子 3 及びリレー 4 を制御する。オフ状態の電力供給信号は、電流経路に流れている電流の導通状態とは関係なく、制御装置 8 から駆動制御装置 5 に送信される。そのため、駆動制御装置 5 は、電流経路に電流が流れている状態で、スイッチング素子 3 及びリレー 4 をオフ状態にすることになる。このとき、リレー 4 に高電流が流れている状態で、リレー 4 をオンからオフに切り替えると、リレー 4 の接点における発熱等によって、リレー 4 の接点が劣化し、接触抵抗が増加するおそれがある。また接点の固着等の原因にもなる。本実施形態では、リレー 4 の接点の劣化を防止するため

20

【 0 0 5 4 】

図 6 は、直流電源 1 と負荷装置 2 との間の電流経路を電氣的に遮断する場合の、電力供給信号のオン、オフ状態、リレー 4 の駆動電圧、及び、スイッチング素子 3 の駆動電圧の特性を示すグラフである。

【 0 0 5 5 】

図 6 に示すように、電流経路を電氣的に遮断する前の初期状態として、電力供給信号はオンになっており、リレー 4 の駆動電圧は、リレー 4 の駆動電圧及びスイッチング素子 3 の駆動電圧は V_{ON} である。時間 t_5 で、電力供給信号がオンからオフに切り替わると、駆動制御装置 5 は、時間 t_5 から所定時間の経過後の時間 t_6 で、スイッチング素子 3 の駆動電圧を V_{ON} から V_{OFF} に下げることによって、スイッチング素子 3 をオン状態からオフ状態に切り替える。そして、駆動制御装置 5 は、時間 t_6 から所定時間の経過後の時間 t_7 で、リレー 4 の駆動電圧を V_{ON} から V_{OFF} に下げ、リレー 4 をオン状態からオフ状態に切り替える。

30

【 0 0 5 6 】

本実施形態において、電流経路を電氣的に遮断する場合には、駆動制御装置 5 は、スイッチング素子 3 をオフ状態に切り替えた後に、リレー 4 をオフ状態に切り替える。これにより、リレー 4 の接点の劣化を防ぐことができ、電源制御装置の信頼性を高めることができる。

40

【 0 0 5 7 】

また、駆動制御装置 5 は、直流電源 1 と負荷装置 2 との間の電流経路を電氣的に遮断する際に、図 6 に示したシーケンスの代わりに、図 7 に示すシーケンスでスイッチング素子 3 及びリレー 4 を制御してもよい。

【 0 0 5 8 】

図 7 は、直流電源 1 と負荷装置 2 との間の電流経路を電氣的に遮断する場合の、電力供給信号のオン、オフ状態、リレー 4 の駆動電圧、及び、スイッチング素子 3 の駆動電圧の特性を示すグラフである。

【 0 0 5 9 】

図 7 において、電力供給信号のレベルが時間 t_5 でオンからオフに立ち下がる点、及び

50

、リレー 4 の駆動電圧が時間 t_7 で V_{ON} から V_{OFF} に立ち下がる点は、図 6 のシーケンスと同様である。駆動制御装置 5 は、リレー 4 をオフ状態に切り替える前に、スイッチング素子 3 の駆動電圧を下げる際に、時間の経過と共に駆動電圧を徐々にさげる。すなわち、駆動制御装置 5 は、時間 t_6 でスイッチング素子 3 の駆動電圧を V_{ON} から徐々に下降させて、時間 t_d でリレー 4 の駆動電圧を V_{OFF} まで下げる。これにより、本実施形態では、電流経路の電流を遮断する際（スイッチング素子 3 をターンオフさせる際）に、電流変化によるサージ電圧の発生を抑制できる。なお、電流経路上の各素子の耐圧及び電流経路のインダクタンスを考慮しつつ、サージ電圧によって、悪影響が素子に及ぼさないように、時間 t_6 から時間 t_d の期間は、できるだけ短い方が望ましい。また、システムの立ち上げ時間を短くするために、時間 t_5 から時間 t_6 までの期間及び時間 t_d から時間 t_7 までの期間は、できるだけ短い方が望ましい。

10

【0060】

次に、電流経路が非導通状態である場合の、駆動制御装置 5 の制御について説明する。非導通状態（無電流状態）は、直流電源 1 又は負荷装置 2 から電流経路に流れている電流が所定の電流閾値よりも低い状態であって、電流経路に流れる電流が、ゼロ又はゼロに近い状態である。駆動制御装置 5 は、電圧センサ 6 A ~ 6 C 又は電流センサ 7 A、7 B を用いて、電流経路の電流を検出する。駆動制御装置 5 は、検出した電流と電流閾値とを比較し、検出電流が電流閾値よりも低い場合には、非導通状態であると判定する。非導通状態では、直流電源 1 から負荷装置 2 に対して電流を供給しなくてもよい状態であり、かつ、負荷装置 2 の回生により直流電源 1 に電流を供給しなくてもよい状態であるとみなせる。そのため、駆動制御装置 5 は、非導通状態で、以下のシーケンスでスイッチング素子 3 及びリレー 4 を制御し、スイッチング素子 3 及びリレー 4 の自己診断を行う。

20

【0061】

図 8 は、電流経路が非導通状態であり、スイッチング素子 3 及びリレー 4 の自己診断を行う場合の、電力供給信号のオン、オフ状態、リレー 4 の駆動電圧、及び、スイッチング素子 3 の駆動電圧の特性を示すグラフである。

【0062】

図 8 に示すように、スイッチング素子 3 及びリレー 4 の自己診断を行う前の初期状態として、電力供給信号はオンになっており、リレー 4 の駆動電圧は、リレー 4 の駆動電圧及びスイッチング素子 3 の駆動電圧は V_{ON} である。駆動制御装置 5 は、時間 t_8 よりも前に、センサの検出値に基づいて、電流経路の状態が非導通状態であるか否かを判定する。そして、駆動制御装置 5 は、電流経路の状態が非導通状態である場合には、非導通状態を示す制御信号を制御装置 8 に送信する。制御装置 8 は、当該制御信号を受信すると、電流経路を開放することで、負荷装置 2 の動作又は直流電源の充放電等に影響が無いが否かを判定する。制御装置 8 は、負荷装置 2 の動作又は直流電源の充放電等に影響が無い場合には、制御信号に対する応答信号として、オフの電力供給許可信号を駆動制御装置 5 に送信する。

30

【0063】

駆動制御装置 5 は、時間 t_8 でオフの電力供給許可信号を受信し、時間 t_8 から所定時間の経過後の時間 t_9 で、リレー 4 の駆動電圧を V_{ON} から V_{OFF} に下げ、リレー 4 をオン状態からオフ状態に切り替える。そして、駆動制御装置 5 は、時間 t_9 から所定時間の経過後の時間 t_{10} で、スイッチング素子 3 の駆動電圧を V_{ON} から V_{OFF} に下げ、スイッチング素子 3 をオン状態からオフ状態に切り替える。なお、非導通状態では、リレー 4 には高電流が流れていないため、リレー 4 がスイッチング素子 3 よりも先にオフ状態に切り替えても、リレー 4 の接点に発熱等が発生する可能性は低い。

40

【0064】

駆動制御装置 5 は、時間 t_9 から時間 t_{10} までの期間に、電圧センサ 6 A ~ 6 C の検出値又は電流センサ 7 A、7 B の検出値に基づき、リレー 4 の故障診断を行う。

【0065】

インバータ 21 の入力側（DC 側）には、平滑用のコンデンサが接続されており、当該

50

コンデンサの放電用の抵抗等も電流経路に接続されている。そのため、例えば、非導通状態になると、コンデンサが放電されて、放電用抵抗で消費するような回路構成を採用した場合には、非導通状態であっても、コンデンサの放電による電流が電流経路を流れる。また、コンデンサの放電以外の例として、例えば、負荷装置 2 で電力が消費される場合、又は、直流電源 1 の正極及び負極間のリーク経路が電流経路に存在する場合には、非導通状態でも電流は流れる。そして、このような電流は、リレー 4 がオン状態からオフ状態に切り替わると、電流経路の開放により、流れなくなる。そのため、リレー 4 が正常であれば、時間 t_9 でリレーがオフ状態に切り替わるため、時間 t_9 以降、電流経路に電流は流れない。一方、リレー 4 の短絡故障が発生している場合には、時間 t_9 から時間 t_{10} までの期間、電流が電流経路に流れる。そのため、駆動制御装置 5 は、時間 t_9 から時間 t_{10} までの期間、センサの検出値と予め設定された閾値とを比較しつつ、比較結果に基づきリレー 4 の故障を診断できる。

10

【0066】

このように本実施形態において、駆動制御装置 5 は、センサを用いて非導通状態を検出し、電流経路が導通状態である場合には、リレー 4 をオフ状態にした後に、スイッチング素子をオフ状態に切り替えることで、電流経路を開放させている。これにより、リレー 4 の接点を保護しつつ、電流経路を開放させることができる。

【0067】

また本実施形態において、駆動制御装置 5 は、電流経路が非導通状態である場合に、リレー 4 をオフ状態にした時点からスイッチング素子 3 をオフ状態にする時点までの期間に、センサの検出値に基づいてリレー 4 の故障診断を行う。これにより、システムの安全性を確保しつつ、回路素子等の保護を図ることができる。

20

【0068】

駆動制御装置 5 は、電流経路が非導通状態である場合に、時間 t_8 から時間 t_9 までの期間内、及び、時間 t_{10} 以降の期間に、スイッチング素子 3 及びリレー 4 の自己診断を行うこともできる。図 9 を用いて、駆動制御装置 5 の制御シーケンスを説明する。

【0069】

図 9 は、電流経路が非導通状態であり、スイッチング素子 3 及びリレー 4 の自己診断を行う場合の、電力供給信号のオン、オフ状態、リレー 4 の駆動電圧、及び、スイッチング素子 3 の駆動電圧の特性を示すグラフである。

30

【0070】

時間 t_8 で、オフの電力供給信号を受信する点、時間 t_9 でリレー 4 の駆動電圧を V_{ON} から V_{OFF} に下げる点、時間 t_{10} でスイッチング素子 3 の駆動電圧を V_{ON} から V_{OFF} に下げる点は、図 8 に示したシーケンスにおける制御と同様である。

【0071】

駆動制御装置 5 は、時間 t_8 後の時間 t_e で、スイッチング素子 3 の駆動電圧を V_{ON} から下降させる。時間 t_e 後の時間 t_f で駆動電圧が V_{OFF} になると、駆動制御装置 5 は、スイッチング素子 3 の駆動電圧を V_{OFF} から上昇させる。そして、時間 t_g で駆動電圧が V_{ON} になる。これにより、駆動制御装置 5 は、電流経路が非導通状態である場合に、リレー 4 をオフ状態に切り替える前に、時間 t_e から時間 t_g までの期間、スイッチング素子 3 をオフ状態（ターンオフ及びターンオン）にする。

40

【0072】

駆動制御装置 5 は、時間 t_e から時間 t_g までの期間で、電圧センサ 6 A ~ 6 C の検出値又は電流センサ 7 A、7 B の検出値に基づき、スイッチング素子 3 の故障診断を行う。スイッチング素子 3 が正常であれば、時間 t_e から時間 t_g までの期間、スイッチング素子の駆動電圧が V_{ON} よりも低くなると、時間 t_e の時点で前に流れていた電流が変化する。時間 t_e より前に流れる電流は、上記と同様に、コンデンサの放電等により、電流経路に流れる電流である。一方、スイッチング素子 3 の短絡故障が発生している場合には、スイッチング素子 3 の駆動電圧が V_{ON} より低くなっても、電流経路が閉回路になっている状態が継続されるため、時間 t_e の時点で流れていた電流は変化しない、又は、当該電

50

流の変化量は小さい。そのため、駆動制御装置 5 は、時間 t_e から時間 t_g までの期間、センサの検出値と予め設定された閾値とを比較しつつ、比較結果に基づきスイッチング素子 3 の故障を診断できる。

【 0 0 7 3 】

また、駆動制御装置 5 は、時間 t_9 から時間 t_{10} までの期間で、電圧センサ 6 A ~ 6 C の検出値又は電流センサ 7 A、7 B の検出値に基づき、リレー 4 の故障診断を行う。リレー 4 が正常であれば、時間 t_9 でリレー 4 がオフ状態になると、時間 t_9 の時点で流れていた電流が変化する。時間 t_9 より前に流れる電流は、上記と同様に、コンデンサの放電等により、電流経路に流れる電流である。一方、リレー 4 の短絡故障が発生している場合には、リレー 4 の駆動電圧が V_{ON} より低くなっても、時間 t_9 の時点で流れていた電流は変化しない、又は、当該電流の変化量は小さい。そのため、駆動制御装置 5 は、時間 t_9 から時間 t_{10} までの期間、センサの検出値と予め設定された閾値とを比較しつつ、比較結果に基づきリレー 4 の故障を診断できる。

10

【 0 0 7 4 】

このように、本実施形態において、駆動制御装置 5 は、電流経路が非導通状態である場合に、リレー 4 をオフ状態に切り替える前に、所定期間、スイッチング素子 3 をオフ状態にし、センサの検出値に基づいてスイッチング素子の故障診断を行う。これにより、システムの安全性を確保しつつ、回路素子等の保護を図ることができる。

【 0 0 7 5 】

また本実施形態において、駆動制御装置 5 は、電流経路が非導通状態である場合に、リレー 4 をオフ状態に切り替える時点（時間 t_9 ）からスイッチング素子 3 をオフ状態にする時点（時間 t_{10} ）までの期間内に、センサの検出値に基づき、スイッチング素子 3 の故障診断を行う。これにより、システムの安全性を確保しつつ、回路素子等の保護を図ることができる。

20

【 0 0 7 6 】

なお、本実施形態において、リレー 4 は負極側の電源ライン N に接続されてもよく、スイッチング素子 3 は正極側の電源ライン P に接続されてもよい。

【 0 0 7 7 】

また、本実施形態において、駆動制御装置 5 は、図 4 に示す時間 t_3 から時間 t_4 までの期間の間で、電圧センサ 6 A ~ 6 C の検出値又は電流センサ 7 A、7 B の検出値に基づき、スイッチング素子 3 及びリレー 4 の故障診断を行ってもよい。スイッチング素子 3 及びリレー 4 が正常であれば、時間 t_3 から時間 t_4 までの期間において、スイッチング素子 3 のゲート電圧の上昇に伴って、直流電源 1 から電流経路の流れる電流が徐々に大きくなる。一方、スイッチング素子 3 の短絡故障が発生している場合、スイッチング素子 3 の開放故障が生じている場合、又は、リレー 4 の開放故障（オフ固着）が発生している場合には、駆動制御装置 5 が、スイッチング素子 3 のゲート電圧を上昇させるように、スイッチング素子 3 を制御しても、電流は直流電源 1 から電流経路に流れない。駆動制御装置 5 は、スイッチング素子 3 のゲート電圧を上昇させるように、スイッチング素子 3 を制御した状態で、センサを用いて、電流経路に電流が流れているか否かを確認する。そして、駆動制御装置 5 は、電流経路に電流が流れていないことを確認した場合には、スイッチング素子 3 又はリレー 4 のいずれか一方のスイッチが故障していると判断する。

30

40

【 0 0 7 8 】

なお、本実施形態において、駆動制御装置 5 は、図 4 に示す時間 t_3 から時間 t_4 までの期間の間で、センサの検出値に基づき、スイッチング素子 3 のゲート電圧とスイッチング素子 3 のオン抵抗の特性の変化を診断してもよい。

【 0 0 7 9 】

なお、本実施形態において、駆動制御装置 5 は、図 6 又は図 7 に示す時間 t_6 から時間 t_7 までの期間の間で、電圧センサ 6 A ~ 6 C の検出値又は電流センサ 7 A、7 B の検出値に基づき、スイッチング素子 3 の故障診断を行ってもよい。スイッチング素子 3 が正常であれば、スイッチング素子 3 のゲート電圧の下降に伴って、直流電源 1 から電流経路に

50

流れる電流が徐々に小さくなる。一方、スイッチング素子3の短絡故障が発生している場合には、駆動制御装置5が、スイッチング素子3のゲート電圧を下降させるように、スイッチング素子3を制御しても、電流経路を流れる電流は小さくならない。駆動制御装置5は、スイッチング素子3のゲート電圧を下降させるように、スイッチング素子3を制御した状態で、センサを用いて、電流経路に電流が下がるか否かを確認する。そして、駆動制御装置5は、電流経路に電流が下がっていない、あるいは、電流の減少幅が小さいことを確認した場合には、スイッチング素子3が故障していると判断する。

【0080】

なお、図9を用いて説明したシーケンスにおいて、電流経路上の各素子の耐圧及び電流経路のインダクタンスを考慮しつつ、サージ電圧によって、悪影響が素子に及ぼさないように、時間 t_e から時間 t_f の期間は、できるだけ短い方が望ましい。また、時間 t_f から時間 t_g の期間において、駆動制御装置5は、電圧センサ6A~6C又は電流センサ7A、7Bを用いて、直流電源1から電流経路に流れる電流を管理しつつ、突入電流を防止するための最適なゲート電圧を調整してもよい。また、システムの立ち上げ時間を短くするために、時間 t_g から時間 t_e までの期間及び時間 t_g から時間 t_e までの期間は、できるだけ短い方が望ましい。

10

【0081】

なお、電源制御装置の立ち下げ時に自己診断を行った場合に、駆動制御装置5は、自己診断の結果を、故障の有無の情報として、次の立ち上げ時まで保持する。これにより、図5に示す時間 t_a から時間 t_c までの期間におけるシーケンスが不要になり、装置の立ち上げ時には図4に示すシーケンスで、装置の立ち下げ時には図8に示すシーケンスで、スイッチング素子3及びリレー4の自己診断を行うことができる。これにより、装置の立ち上げ時間及び立ち下げ時間を短縮することができる。

20

【0082】

なお、電流経路が非導通状態であり、図8又は図9に示すシーケンスで自己診断を行った場合には、次の装置の立ち上げ時に、図5に示すシーケンスで自己診断を行うとよい。図8又は図9に示すシーケンスでは、リレー4の短絡故障の情報を得ることができないため、次の装置の立ち上げ時に、図5に示すシーケンスで自己診断を行うことで、早期にリレー4の短絡故障を診断することができる。その結果として、冗長性の高いシステムを実現することができる。

30

【0083】

なお、本実施形態の変形例として、筐体12は、直流電源の正極又は負極のいずれか一方と同電位になるように、直流電源1に設けられていてもよい。これにより、ノイズを抑制できる。

【0084】

上記の筐体12が本発明の「電源用筐体」に相当し、筐体22が本発明の「負荷用筐体」に相当する。

【0085】

《第2実施形態》

図10は、発明の他の実施形態に係る電源制御装置のブロック図である。本例では上述した第1実施形態に対して、スイッチング素子3の接続位置が異なる。これ以外の構成は上述した第1実施形態と同じであり、その記載を援用する。

40

【0086】

スイッチング素子3は、電源ラインPに接続されており、リレー4に対して直列に接続されている。すなわち、スイッチング素子3とリレー4との直列回路が、正極側に接続されている。また、第1の電位差(バッテリー11の正極と筐体12との間の電位差)は、第2の電位差(バッテリー11の負極と筐体との間の電位差)よりも大きい。

【0087】

本実施形態は、高電位側(正極側)に、高インピーダンスの回路である、スイッチング素子3とリレー4の直列回路を接続する。これにより、筐体12等から流れるリーク電流

50

を抑制できる。また、本実施形態では、リレー 4 は、電流経路上で、直流電源 1 とスイッチング素子 3 との間に接続されている。これにより、リレー 4 を直流電源 1 に近い側に配置できるため、リーク電流を抑制できる。

【0088】

なお、第 2 の電位差が第 1 の電位差よりも大きい場合には、スイッチング素子 3 とリレー 4 の直列回路を電源ライン N に接続すればよい。

【0089】

《第 3 実施形態》

図 1 1 は、発明の他の実施形態に係る電源制御装置のブロック図である。本例では上述した第 1 実施形態に対して、筐体 1 2、電源ライン N、及び筐体 2 2 の電位が同電位である点が異なる。これ以外の構成は上述した第 1 実施形態と同じであり、第 1 又は第 2 実施形態の記載を適宜、援用する。

10

【0090】

筐体 1 2、電源ライン N、及び筐体 2 2 は接地（アース接地）されているため、筐体 1 2、電源ライン N、及び筐体 2 2 の電位が同じになる。これにより、高電位側（正極側）に、インピーダンスの回路（リレー 4）が接続されることになるため、筐体 1 2 等から流れるリーク電流を抑制できる。

【0091】

なお、本実施形態に係る電源制御装置の変形例として、図 1 2 に示すように、スイッチング素子 3 を、電源ライン P に接続してもよい。これにより、高電位側（正極側）に、高インピーダンスの回路である、スイッチング素子 3 とリレー 4 の直列回路が接続されているため、筐体 1 2 等から流れるリーク電流を抑制できる。

20

【符号の説明】

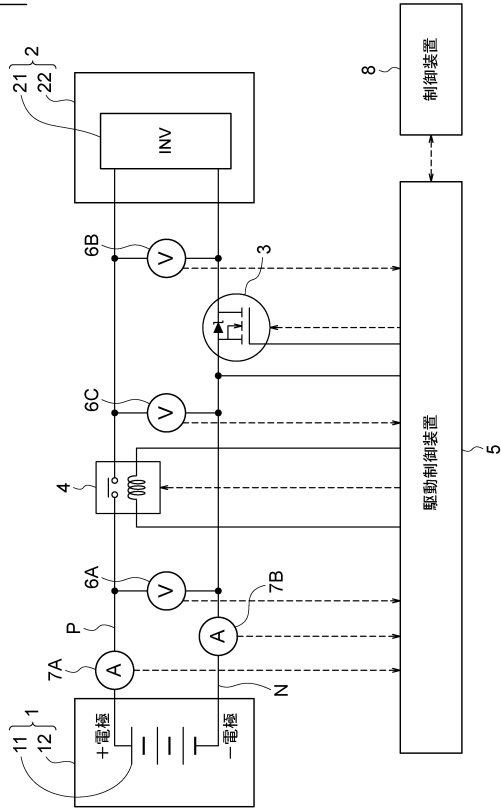
【0092】

- 1 ... 直流電源
- 2 ... 負荷装置
- 3 ... スwitching素子
- 4 ... リレー
- 5 ... 駆動制御装置
- 6 A、6 B、6 C ... 電圧センサ
- 7 A、7 B ... 電流センサ
- 8 ... 制御装置
- 9 ... リレー
- 1 1 ... バッテリ
- 1 2 ... 筐体
- 2 1 ... インバータ
- 2 2 ... 筐体
- P、N ... 電源ライン

30

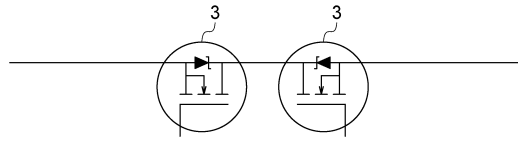
【図1】

図1



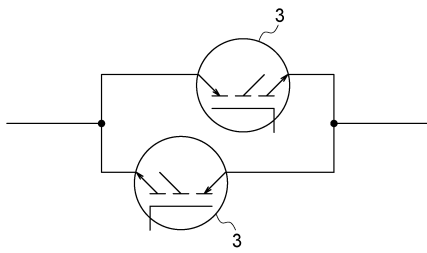
【図2】

図2



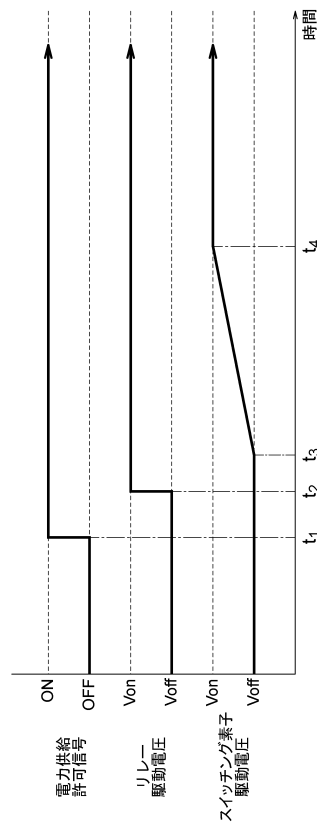
【図3】

図3



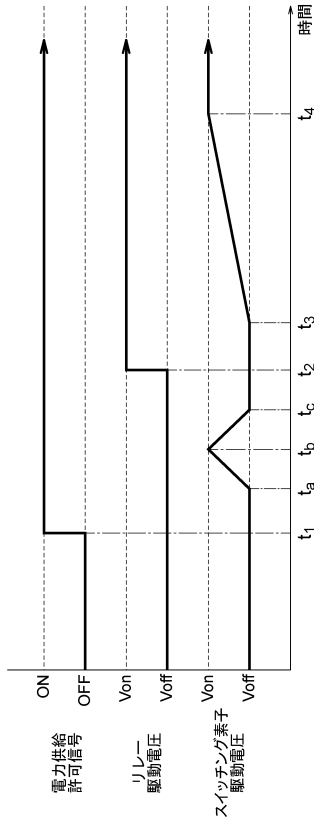
【図4】

図4



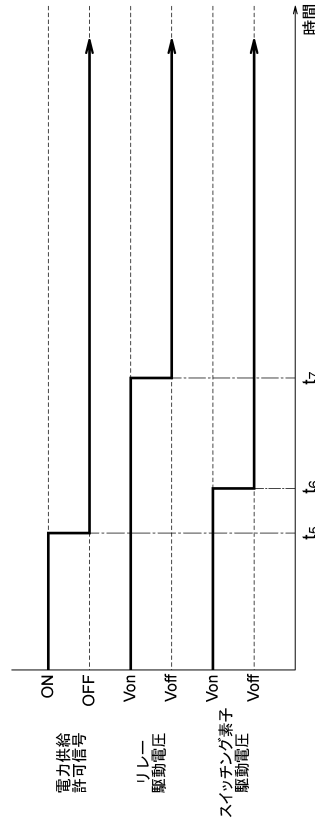
【図 5】

図 5



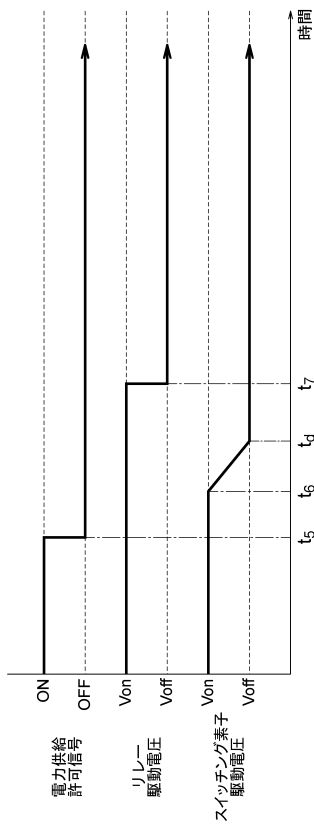
【図 6】

図 6



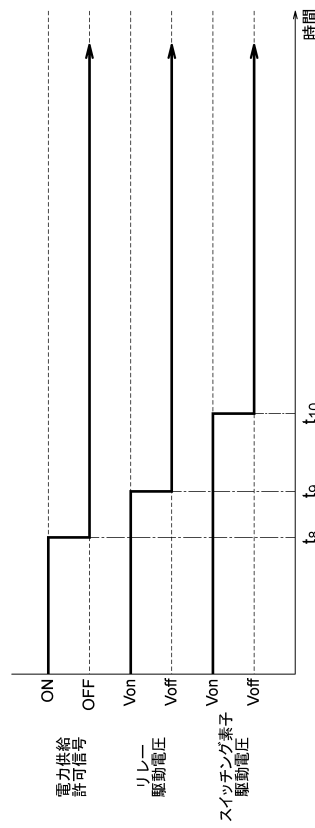
【図 7】

図 7



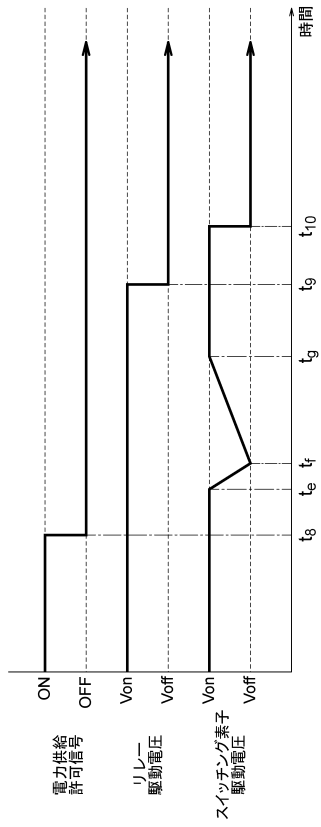
【図 8】

図 8



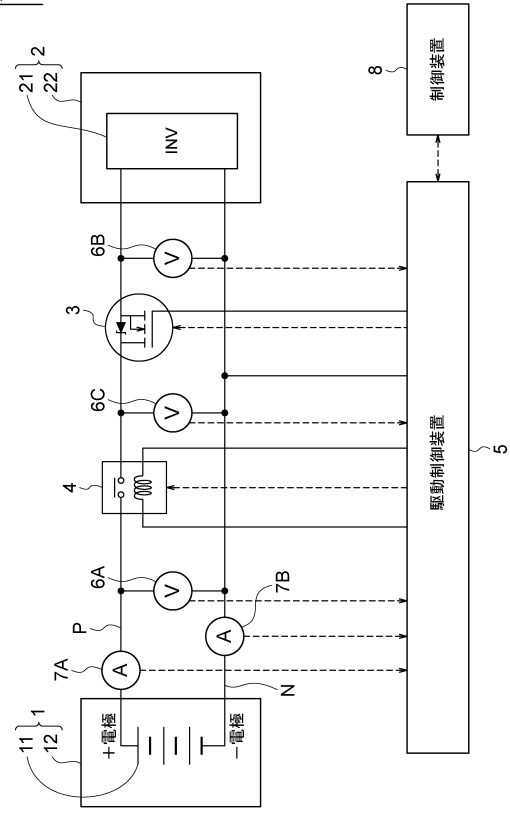
【図9】

図9



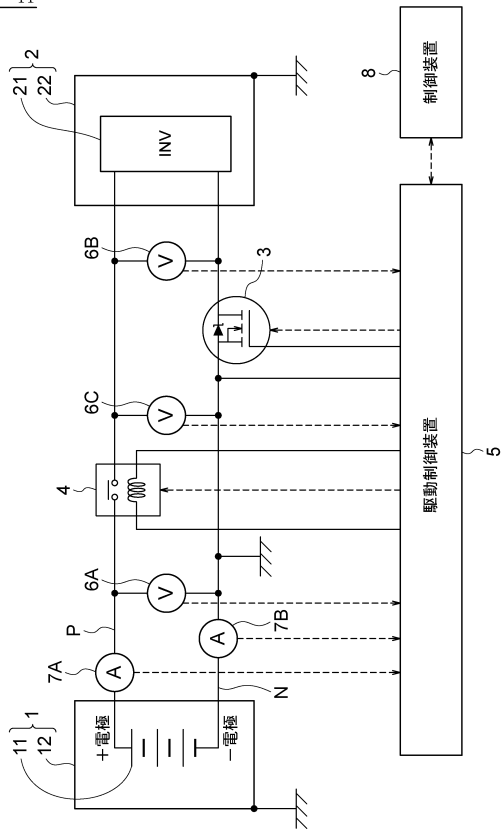
【図10】

図10



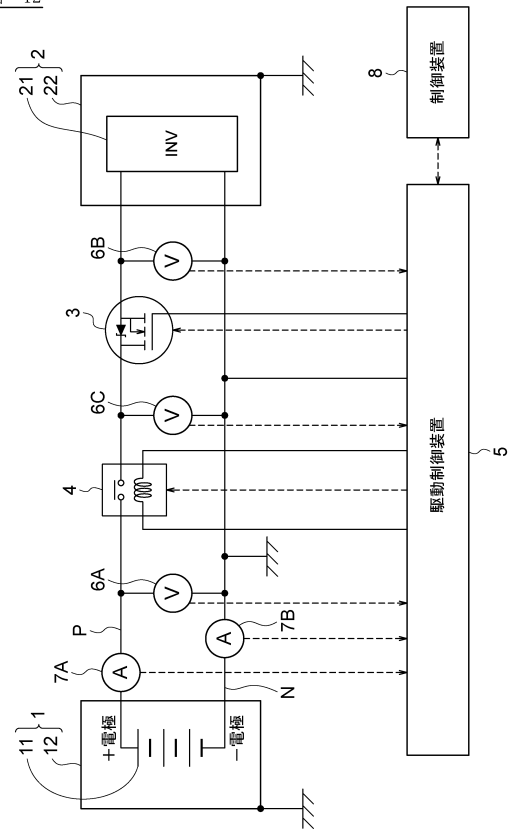
【図11】

図11



【図12】

図12



フロントページの続き

(72)発明者 猪狩 貴之

神奈川県厚木市森の里青山1 - 1 日産自動車株式会社 知的財産部内

合議体

審判長 五十嵐 努

審判官 山本 章裕

審判官 井上 信一

(56)参考文献 特開2015 - 39463 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 1/00-1/16

H02H 7/00, 7/10-7/20