

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-5360

(P2020-5360A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

| (51) Int.Cl. | | | F I | | | テーマコード (参考) | | |
|--------------|-------|-----------|------|-------|------|-------------|--|--|
| HO2H | 7/00 | (2006.01) | HO2H | 7/00 | L | 3G093 | | |
| HO2J | 7/00 | (2006.01) | HO2J | 7/00 | P | 3J053 | | |
| HO2J | 7/02 | (2016.01) | HO2J | 7/00 | 302C | 5G053 | | |
| B60R | 16/03 | (2006.01) | HO2J | 7/02 | J | 5G503 | | |
| FO2N | 11/04 | (2006.01) | B60R | 16/03 | J | | | |

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 32 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-120678 (P2018-120678)
 (22) 出願日 平成30年6月26日 (2018. 6. 26)

(71) 出願人 00005348
 株式会社SUBARU
 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
 (74) 代理人 110002066
 特許業務法人筒井国際特許事務所
 (72) 発明者 木下 貴博
 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社SUBARU内
 Fターム(参考) 3G093 BA11 BA19 BA21 BA22 CB07
 DA06 DB05 DB15 DB19 DB20
 DB28 EA05 EA09 EA12 EB08
 EB09 EC02
 3J053 CA03 CB14 CB24 DA26 DA28
 FA03
 5G053 AA16 EC01 FA05

最終頁に続く

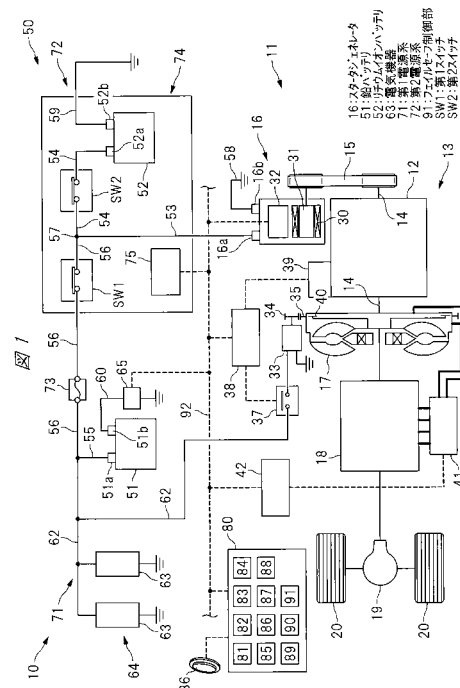
(54) 【発明の名称】 車両用電源装置

(57) 【要約】

【課題】スイッチがオフ状態で動作不能な故障状態である場合に、発電電動機を適切に制御する。

【解決手段】鉛バッテリー51と電気機器63とを備える第1電源系71と、スタータジェネレータ16とリチウムイオンバッテリー52とを備える第2電源系72と、第1電源系71と第2電源系72とを接続するオン状態と切り離すオフ状態とに制御される第1スイッチSW1と、スタータジェネレータ16とリチウムイオンバッテリー52とを接続するオン状態と切り離すオフ状態とに制御される第2スイッチSW2と、第2スイッチSW2がオフ状態で動作不能な故障状態である場合に、スタータジェネレータ16の力行状態を禁止するフェイルセーフ制御部91と、を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両に搭載される車両用電源装置であって、

第 1 蓄電体と、前記第 1 蓄電体に接続される電気負荷と、を備える第 1 電源系と、
エンジンに連結される発電電動機と、前記発電電動機に接続される第 2 蓄電体と、を備
える第 2 電源系と、

前記第 1 電源系と前記第 2 電源系とを接続するオン状態と、前記第 1 電源系と前記第 2
電源系とを切り離すオフ状態と、に制御される第 1 スイッチと、

前記発電電動機と前記第 2 蓄電体とを接続するオン状態と、前記発電電動機と前記第 2
蓄電体とを切り離すオフ状態と、に制御される第 2 スイッチと、

前記第 2 スイッチがオフ状態で動作不能な故障状態である場合に、前記発電電動機の力
行状態を禁止するフェイルセーフ制御部と、
を有する、車両用電源装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両用電源装置において、

前記エンジンに連結されるトルクコンバータに設けられ、締結状態、解放状態およびス
リップ状態に制御されるロックアップクラッチと、

スリップロックアップ制御として、車速が第 1 車速を下回る場合に、前記ロックアップ
クラッチを締結状態からスリップ状態に切り替え、車速が前記第 1 車速よりも低い第 2 車
速を下回る場合に、前記ロックアップクラッチをスリップ状態から解放状態に切り替え、
かつ前記発電電動機を力行状態に制御するスリップロックアップ制御部と、
を有し、

20

前記フェイルセーフ制御部は、前記第 2 スイッチがオフ状態で動作不能な故障状態であ
る場合に、前記スリップロックアップ制御を禁止する、
車両用電源装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の車両用電源装置において、

モータアシスト制御として、前記発電電動機を力行状態に制御して前記エンジンを補助
するアシスト制御部、を有し、

前記フェイルセーフ制御部は、前記第 2 スイッチがオフ状態で動作不能な故障状態であ
る場合に、前記モータアシスト制御を禁止する、
車両用電源装置。

30

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の車両用電源装置において、

前記発電電動機の発電電圧を前記第 1 および第 2 蓄電体の端子電圧よりも下げ、前記発
電電動機を発電休止状態に制御する発電電動機制御部、を有し、

前記フェイルセーフ制御部は、前記第 2 スイッチがオフ状態で動作不能な故障状態であ
る場合に、前記発電電動機の発電休止状態を禁止する、
車両用電源装置。

40

【請求項 5】

請求項 4 に記載の車両用電源装置において、

前記発電電動機制御部は、前記発電電動機の発電電圧を前記第 1 および第 2 蓄電体の端
子電圧よりも上げる通常発電状態と、減速走行時に前記発電電動機の発電電圧を前記通常
発電状態よりも上げる回生発電状態と、に前記発電電動機を制御し、

前記フェイルセーフ制御部は、前記第 2 スイッチがオフ状態で動作不能な故障状態であ
る場合に、前記発電電動機の回生発電状態を禁止する、
車両用電源装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の車両用電源装置において、

前記フェイルセーフ制御部は、前記第 2 スイッチがオフ状態で動作不能な故障状態であ

50

る場合に、前記発電電動機の通常発電状態を実行する、
車両用電源装置。

【請求項 7】

請求項 2 ~ 6 の何れか 1 項に記載の車両用電源装置において、
アイドルリングストップ制御として、停止条件に基づき前記エンジンを停止させた後に、
始動条件に基づき前記発電電動機を力行状態に制御して前記エンジンを始動させるアイドル
リング制御部、を有し、

前記フェイルセーフ制御部は、前記第 2 スイッチがオフ状態で動作不能な故障状態であ
る場合に、前記アイドルリングストップ制御を禁止する、
車両用電源装置。

10

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 の何れか 1 項に記載の車両用電源装置において、

前記発電電動機に送信される制御信号、前記第 1 スイッチに送信される制御信号、およ
び前記第 2 スイッチに送信される制御信号を認識した状態のもとで、前記第 1 蓄電体の電
流、前記第 2 蓄電体の電流、および前記発電電動機の電圧の少なくとも何れか 1 つに基づ
き、前記第 2 スイッチがオフ状態で動作不能な故障状態であるか否かを判定する故障判定
部、を有する、

車両用電源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、車両に搭載される車両用電源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車両に搭載される車両用電源装置には、鉛バッテリーやリチウムイオンバッテリー等の蓄電
体が設けられるだけでなく、モータジェネレータや I S G (Integrated Starter Generat
or) 等の発電電動機が設けられている (特許文献 1 ~ 3 参照) 。また、車両用電源装置に
は、蓄電体や発電電動機の接続状態を制御するため、半導体等からなるスイッチが設けら
れている。このような車両用電源装置内のスイッチは、発電電動機の作動状態に応じてオン
状態やオフ状態に制御される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2013 - 189944 号公報

【特許文献 2】特開 2016 - 193634 号公報

【特許文献 3】特開 2017 - 114303 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、車両用電源装置内のスイッチが故障した場合、例えばオフ状態で動作不能に
なるオフ固着がスイッチに発生した場合には、蓄電体や発電電動機の接続状態を制御する
ことが困難であるため、車両用電源装置を適切に機能させることが困難である。このため
、スイッチにオフ固着が発生した場合には、発電電動機を適切に制御することが求められ
ている。

40

【0005】

本発明の目的は、スイッチがオフ状態で動作不能な故障状態である場合に、発電電動機
を適切に制御することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の車両用電源装置は、車両に搭載される車両用電源装置であって、第 1 蓄電体と

50

、前記第 1 蓄電体に接続される電気負荷と、を備える第 1 電源系と、エンジンに連結される発電電動機と、前記発電電動機に接続される第 2 蓄電体と、を備える第 2 電源系と、前記第 1 電源系と前記第 2 電源系とを接続するオン状態と、前記第 1 電源系と前記第 2 電源系とを切り離すオフ状態と、に制御される第 1 スイッチと、前記発電電動機と前記第 2 蓄電体とを接続するオン状態と、前記発電電動機と前記第 2 蓄電体とを切り離すオフ状態と、に制御される第 2 スイッチと、前記第 2 スイッチがオフ状態で動作不能な故障状態である場合に、前記発電電動機の力行状態を禁止するフェイルセーフ制御部と、を有する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、第 2 スイッチがオフ状態で動作不能な故障状態である場合に、発電電動機の力行状態を禁止するフェイルセーフ制御部を有する。これにより、第 2 スイッチがオフ状態で動作不能な故障状態である場合に、発電電動機を適切に制御することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】本発明の一実施の形態である車両用電源装置が搭載された車両の構成例を示す概略図である。

【図 2】電源回路の一例を簡単に示した回路図である。

【図 3】スタータジェネレータを燃焼発電状態に制御したときの電流供給状況の一例を示す図である。

20

【図 4】スタータジェネレータを発電休止状態に制御したときの電流供給状況の一例を示す図である。

【図 5】スタータジェネレータを回生発電状態に制御したときの電流供給状況の一例を示す図である。

【図 6】スタータジェネレータを力行状態に制御したときの電流供給状況の一例を示す図である。

【図 7】スタータジェネレータを力行状態に制御したときの電流供給状況の一例を示す図である。

【図 8】エンジン初始動制御における電流供給状況の一例を示す図である。

【図 9】鉛バッテリー補充電制御における電流供給状況の一例を示す図である。

30

【図 10】故障判定制御 1 の実行手順の一例を示すフローチャートである。

【図 11】(A) および (B) は、故障判定制御 1 を実行したときの電流供給状況の一例を示す図である。

【図 12】故障判定制御 2 の実行手順の一例を示すフローチャートである。

【図 13】(A) および (B) は、故障判定制御 2 を実行したときの電圧印加状況の一例を示す図である。

【図 14】故障判定制御 3 の実行手順の一例を示すフローチャートである。

【図 15】(A) および (B) は、故障判定制御 3 を実行したときの電流供給状況の一例を示す図である。

【図 16】故障判定制御 4 の実行手順の一例を示すフローチャートである。

40

【図 17】(A) および (B) は、故障判定制御 4 を実行したときの電流供給状況の一例を示す図である。

【図 18】故障判定制御 5 の実行手順の一例を示すフローチャートである。

【図 19】(A) および (B) は、故障判定制御 5 または故障判定制御 6 を実行したときの電流供給状況の一例を示す図である。

【図 20】故障判定制御 6 の実行手順の一例を示すフローチャートである。

【図 21】故障判定制御 7 の実行手順の一例を示すフローチャートである。

【図 22】(A) および (B) は、故障判定制御 7 または故障判定制御 8 を実行したときの電流供給状況の一例を示す図である。

【図 23】故障判定制御 8 の実行手順の一例を示すフローチャートである。

50

【図 2 4】フェイルセーフ制御の実行手順の一例を示すフローチャートである。

【図 2 5】コーストスリップロックアップ制御におけるパワーユニットの作動状況の一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】

【0009】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0010】

[車両構成]

図 1 は本発明の一実施の形態である車両用電源装置 10 が搭載された車両 11 の構成例を示す概略図である。図 1 に示すように、車両 11 には、エンジン 12 を動力源に用いたパワーユニット 13 が搭載されている。エンジン 12 のクランク軸 14 には、ベルト機構 15 を介してスタータジェネレータ（発電電動機）16 が連結されている。また、エンジン 12 にはトルクコンバータ 17 を介して変速機構 18 が連結されており、変速機構 18 にはデファレンシャル機構 19 等を介して車輪 20 が連結されている。

10

【0011】

エンジン 12 に連結されるスタータジェネレータ 16 は、発電機および電動機として機能する所謂 ISG (Integrated Starter Generator) である。スタータジェネレータ 16 は、クランク軸 14 に駆動される発電機として機能するだけでなく、クランク軸 14 を駆動する電動機として機能する。例えば、アイドルングストップ制御においてエンジン 12 を再始動させる場合や、発進時や加速時においてエンジン 12 を補助する場合に、スタータジェネレータ 16 は力行状態に制御され、スタータジェネレータ 16 は電動機として機能する。

20

【0012】

スタータジェネレータ 16 は、ステータコイルを備えたステータ 30 と、フィールドコイルを備えたロータ 31 と、を有している。また、スタータジェネレータ 16 には、ステータコイルやフィールドコイルの通電状態を制御するため、インバータ、レギュレータ、マイコンおよび各種センサ等からなる ISG コントローラ 32 が設けられている。ISG コントローラ 32 によってフィールドコイルやステータコイルの通電状態を制御することにより、スタータジェネレータ 16 の発電電圧、発電トルク、力行トルク等が制御される。なお、ISG コントローラ 32 は、スタータジェネレータ 16 の端子電圧（発電電圧，印加電圧）を検出する機能を有している。

30

【0013】

また、パワーユニット 13 には、エンジン 12 を始動回転させるスタータモータ 33 が設けられている。スタータモータ 33 のピニオン 34 は、トルクコンバータ 17 のリングギヤ 35 に噛み合う突出位置と、リングギヤ 35 との噛み合いが外れる退避位置と、に移動自在である。後述するように、乗員によってスタータボタン 36 が押されると、スタータモータ 33 の通電を制御するスタータリレー 37 がオン状態に切り替えられる。これにより、スタータリレー 37 を介してスタータモータ 33 に通電が為され、スタータモータ 33 のピニオン 34 は突出位置に移動して回転する。また、スタータリレー 37 を介してスタータモータ 33 を制御するため、車両 11 にはマイコン等からなるエンジンコントローラ 38 が設けられている。また、エンジンコントローラ 38 は、スタータリレー 37 を制御するだけでなく、スロットルバルブ、インジェクタおよび点火装置等のエンジン補機 39 を制御する。

40

【0014】

前述したように、図示する車両 11 には、エンジン 12 を始動回転させる電動機として、スタータジェネレータ 16 およびスタータモータ 33 が設けられている。アイドルングストップ制御によってエンジン 12 を再始動させる場合、つまりエンジン運転中に停止条件が成立することでエンジン 12 を停止させ、エンジン停止中に始動条件が成立することでエンジン 12 を再始動させる場合には、スタータジェネレータ 16 を用いてエンジン 12 の始動回転が行われる。一方、車両 11 の制御システムを起動させて最初にエンジン 1

50

2を始動させる場合、つまり乗員のスタートボタン操作によってエンジン12を始動させる場合には、スタータモータ33を用いてエンジン12の始動回転が行われる。

【0015】

また、トルクコンバータ17には、ロックアップクラッチ40が組み込まれている。ロックアップクラッチ40を締結状態に制御することにより、エンジン12と変速機構18とはロックアップクラッチ40を介して連結される。一方、ロックアップクラッチ40を解放状態に制御することにより、エンジン12と変速機構18とはトルクコンバータ17を介して連結される。また、ロックアップクラッチ40は、締結状態と解放状態とに制御されるだけでなく、滑り状態であるスリップ状態にも制御することが可能である。ロックアップクラッチ40の作動状態を切り替えるため、トルクコンバータ17には電磁バルブや油路等からなるバルブユニット41が接続されており、バルブユニット41にはマイコン等からなるミッションコントローラ42が接続されている。

10

【0016】

[電源回路]

車両用電源装置10が備える電源回路50について説明する。図2は電源回路50の一例を簡単に示した回路図である。図2に示すように、電源回路50は、スタータジェネレータ16に電氣的に接続される鉛バッテリー(第1蓄電体)51と、これと並列にスタータジェネレータ16に電氣的に接続されるリチウムイオンバッテリー(第2蓄電体)52と、を備えている。なお、リチウムイオンバッテリー52を積極的に放電させるため、リチウムイオンバッテリー52の端子電圧は、鉛バッテリー51の端子電圧よりも高く設計されている。また、リチウムイオンバッテリー52を積極的に充放電させるため、リチウムイオンバッテリー52の内部抵抗は、鉛バッテリー51の内部抵抗よりも小さく設計されている。

20

【0017】

スタータジェネレータ16の正極端子16aには正極ライン53が接続され、リチウムイオンバッテリー52の正極端子52aには正極ライン54が接続され、鉛バッテリー51の正極端子51aには正極ライン55を介して正極ライン56が接続される。これらの正極ライン53, 54, 56は、接続点57を介して互いに接続されている。また、スタータジェネレータ16の負極端子16bには負極ライン58が接続され、リチウムイオンバッテリー52の負極端子52bには負極ライン59が接続され、鉛バッテリー51の負極端子51bには負極ライン60が接続される。これらの負極ライン58, 59, 60は、基準電位点61を介して互いに接続されている。

30

【0018】

図1に示すように、鉛バッテリー51の正極ライン55には、正極ライン62が接続されている。この正極ライン62には、各種アクチュエータや各種コントローラ等の電気機器(電気負荷)63からなる電気機器群64が接続されている。また、鉛バッテリー51の負極ライン60には、バッテリーセンサ65が設けられている。バッテリーセンサ65は、鉛バッテリー51の充放電状況を検出する機能を有している。鉛バッテリー51の充放電状況としては、例えば、鉛バッテリー51の充電電流、放電電流、端子電圧、充電状態SOC等が挙げられる。

40

【0019】

また、電源回路50には、鉛バッテリー51および電気機器63からなる第1電源系71が設けられており、リチウムイオンバッテリー52およびスタータジェネレータ16からなる第2電源系72が設けられている。そして、第1電源系71と第2電源系72とは、正極ライン56を介して互いに接続されている。この正極ライン56には、過大電流によって溶断する電力ヒューズ73が設けられるとともに、オン状態とオフ状態とに制御される第1スイッチSW1が設けられている。また、リチウムイオンバッテリー52の正極ライン54には、オン状態とオフ状態とに制御される第2スイッチSW2が設けられている。

【0020】

スイッチSW1をオン状態に制御することにより、第1電源系71と第2電源系72とを互いに接続することができる一方、スイッチSW1をオフ状態に制御することにより、

50

第1電源系71と第2電源系72とを互いに切り離すことができる。また、スイッチSW2をオン状態に制御することにより、スタータジェネレータ16とリチウムイオンバッテリー52とを互いに接続することができる一方、スイッチSW2をオフ状態に制御することにより、スタータジェネレータ16とリチウムイオンバッテリー52とを互いに切り離すことができる。

【0021】

これらのスイッチSW1, SW2は、MOSFET等の半導体素子によって構成されるスイッチであっても良く、電磁力等を用いて接点を機械的に開閉させるスイッチであっても良い。また、スイッチSW1, SW2のオン状態とは、電氣的に接続される通電状態や導通状態を意味しており、スイッチSW1, SW2のオフ状態とは、電氣的に切断される非通電状態や遮断状態を意味している。なお、スイッチSW1, SW2は、リレーやコンタクタ等とも呼ばれている。

10

【0022】

図1に示すように、電源回路50には、バッテリーモジュール74が設けられている。このバッテリーモジュール74は、リチウムイオンバッテリー52を有するとともに、スイッチSW1, SW2を有している。また、バッテリーモジュール74は、マイコンや各種センサ等からなるバッテリーコントローラ75を有している。バッテリーコントローラ75は、リチウムイオンバッテリー52の充電状態SOC、充電電流、放電電流、端子電圧、セル温度、内部抵抗等を監視する機能や、スイッチSW1, SW2を制御する機能を有している。なお、充電状態SOC(State Of Charge)とは、バッテリーの設計容量に対する蓄電量の比

20

【0023】

[制御系]

図1に示すように、車両用電源装置10は、パワーユニット13や電源回路50等を互いに協調させて制御するため、マイコン等からなるメインコントローラ80を有している。このメインコントローラ80は、エンジン12を制御するエンジン制御部81、スタータジェネレータ16を制御するISG制御部(発電電動機制御部)82、スイッチSW1を制御する第1スイッチ制御部83、スイッチSW2を制御する第2スイッチ制御部84、およびスイッチSW2の故障状態を判定する故障判定部85を有している。また、メインコントローラ80は、スタータモータ33を制御するスタータ制御部86、およびロックアップクラッチ40を制御するクラッチ制御部87を有している。また、メインコントローラ80は、後述するアイドルリングストップ制御を実行するアイドルリング制御部88、後述するモータアシスト制御を実行するアシスト制御部89、後述するコーストスリップロックアップ制御(スリップロックアップ制御)を実行するスリップロックアップ制御部90を有している。さらに、メインコントローラ80は、後述するフェイルセーフ制御を実行するフェイルセーフ制御部91等を有している。

30

【0024】

メインコントローラ80や前述した各コントローラ32, 38, 42, 75は、CANやLIN等の車載ネットワーク92を介して互いに通信自在に接続されている。メインコントローラ80は、各種コントローラや各種センサからの情報に基づいて、パワーユニット13や電源回路50等を制御する。なお、メインコントローラ80は、ISGコントローラ32を介してスタータジェネレータ16を制御し、バッテリーコントローラ75を介してスイッチSW1, SW2を制御する。また、メインコントローラ80は、エンジンコントローラ38を介してエンジン12やスタータモータ33を制御し、ミッションコントローラ42を介してロックアップクラッチ40を制御する。

40

【0025】

[スタータジェネレータ発電制御]

続いて、メインコントローラ80によるスタータジェネレータ16の発電制御について説明する。メインコントローラ80のISG制御部82は、ISGコントローラ32に制御信号を出力し、スタータジェネレータ16を発電状態や力行状態に制御する。例えば、

50

ISG制御部82は、リチウムイオンバッテリー52の充電状態SOCが低下すると、スタータジェネレータ16の発電電圧を上げて燃焼発電状態に制御する一方、リチウムイオンバッテリー52の充電状態SOCが上昇すると、スタータジェネレータ16の発電電圧を下げて発電休止状態に制御する。なお、後述する図3以降の各図面において、「ISG」とはスタータジェネレータ16を意味している。

【0026】

図3はスタータジェネレータ16を燃焼発電状態に制御したときの電流供給状況の一例を示す図である。例えば、リチウムイオンバッテリー52の充電状態SOCが所定の下限値を下回る場合には、リチウムイオンバッテリー52を充電して充電状態SOCを高めるため、エンジン動力によってスタータジェネレータ16が発電駆動される。このように、スタータジェネレータ16を燃焼発電状態（通常発電状態）に制御する際には、スタータジェネレータ16の発電電圧が、鉛バッテリー51およびリチウムイオンバッテリー52の端子電圧よりも上げられる。これにより、図3に黒塗りの矢印で示すように、スタータジェネレータ16から、リチウムイオンバッテリー52、電気機器群64および鉛バッテリー51等に対して電流が供給され、リチウムイオンバッテリー52や鉛バッテリー51が緩やかに充電される。なお、スタータジェネレータ16の燃焼発電状態とは、エンジン動力によってスタータジェネレータ16を発電させる状態、つまりエンジン内で燃料を燃焼させてスタータジェネレータ16を発電させる状態である。

10

【0027】

図4はスタータジェネレータ16を発電休止状態に制御したときの電流供給状況の一例を示す図である。例えば、リチウムイオンバッテリー52の充電状態SOCが所定の上限値を上回る場合には、リチウムイオンバッテリー52を積極的に放電させるため、エンジン動力を用いたスタータジェネレータ16の発電駆動が休止される。このように、スタータジェネレータ16を発電休止状態に制御する際には、スタータジェネレータ16の発電電圧が、鉛バッテリー51およびリチウムイオンバッテリー52の端子電圧よりも下げられる。これにより、図4に黒塗りの矢印で示すように、リチウムイオンバッテリー52から電気機器群64に電流が供給されるため、スタータジェネレータ16の発電を停止させることができ、エンジン負荷を軽減することができる。なお、発電休止状態におけるスタータジェネレータ16の発電電圧としては、リチウムイオンバッテリー52を放電させる発電電圧であれば良い。例えば、スタータジェネレータ16の発電電圧を0Vに制御しても良く、スタータジェネレータ16の発電電圧を0Vよりも高く制御しても良い。

20

30

【0028】

前述したように、メインコントローラ80のISG制御部82は、充電状態SOCに基づきスタータジェネレータ16を燃焼発電状態や発電休止状態に制御しているが、車両減速時には多くの運動エネルギーを回収して燃費性能を高めることが求められる。そこで、車両減速時には、スタータジェネレータ16の発電電圧が引き上げられ、スタータジェネレータ16は回生発電状態に制御される。これにより、スタータジェネレータ16の発電電力を増加させることができるため、運動エネルギーを積極的に電気エネルギーに変換して回収することができ、車両11のエネルギー効率を高めて燃費性能を向上させることができる。このような回生発電を実行するか否かについては、アクセルペダルやブレーキペダルの操作状況等に基づき決定される。つまり、アクセルペダルの踏み込みが解除される減速走行時や、ブレーキペダルが踏み込まれる減速走行時には、スタータジェネレータ16が回生発電状態に制御される。

40

【0029】

ここで、図5はスタータジェネレータ16を回生発電状態に制御したときの電流供給状況の一例を示す図である。スタータジェネレータ16を回生発電状態に制御する際には、前述した燃焼発電状態よりもスタータジェネレータ16の発電電圧が上げられる。これにより、図5に黒塗りの矢印で示すように、スタータジェネレータ16から、リチウムイオンバッテリー52や鉛バッテリー51に対して大きな電流が供給されるため、リチウムイオンバッテリー52や鉛バッテリー51は急速に充電される。また、リチウムイオンバッテリー52

50

の内部抵抗は、鉛バッテリー 5 1 の内部抵抗よりも小さいことから、発電電流の大部分はリチウムイオンバッテリー 5 2 に供給される。

【 0 0 3 0 】

なお、図 3 ~ 図 5 に示すように、スタータジェネレータ 1 6 を燃焼発電状態、回生発電状態および発電休止状態に制御する際に、スイッチ S W 1 , S W 2 はオン状態に保持されている。つまり、車両用電源装置 1 0 においては、スイッチ S W 1 , S W 2 の切替制御を行うことなく、スタータジェネレータ 1 6 の発電電圧を制御するだけで、リチウムイオンバッテリー 5 2 の充放電を制御することが可能である。これにより、簡単にリチウムイオンバッテリー 5 2 の充放電を制御することができるだけでなく、スイッチ S W 1 , S W 2 の耐久性を向上させることができる。

10

【 0 0 3 1 】

[アイドリングストップ制御におけるエンジン再始動]

メインコントローラ 8 0 のアイドル制御部 8 8 は、自動的にエンジン 1 2 を停止させて再始動するアイドル制御部 8 8 を実行する。アイドル制御部 8 8 は、エンジン運転中に所定の停止条件が成立した場合に、燃料カット等を実施してエンジン 1 2 を停止させる一方、エンジン停止中に所定の始動条件が成立した場合に、スタータジェネレータ 1 6 を回転させてエンジン 1 2 を再始動させる。エンジン 1 2 の停止条件としては、例えば、車速が所定値を下回り、かつブレーキペダルが踏み込まれることが挙げられる。また、エンジン 1 2 の始動条件としては、例えば、ブレーキペダルの踏み込みが解除されることや、アクセルペダルの踏み込みが開始されることが挙げられる。なお、アイドル制御部 8 8 は、アイドル制御部 8 8 を実行する際に、エンジン制御部 8 1 や I S G 制御部 8 2 に制御信号を出力し、エンジン 1 2 やスタータジェネレータ 1 6 を制御する。

20

【 0 0 3 2 】

また、アイドル制御部 8 8 は、アイドル制御部 8 8 でのエンジン停止中に始動条件が成立すると、スタータジェネレータ 1 6 を力行状態に制御してエンジン 1 2 を始動回転させる。ここで、図 6 はスタータジェネレータ 1 6 を力行状態に制御したときの電流供給状況の一例を示す図である。図 6 に示すように、アイドル制御部 8 8 におけるエンジン再始動時に、スタータジェネレータ 1 6 を力行状態に制御する際には、スイッチ S W 1 がオン状態からオフ状態に切り替えられる。つまり、スタータジェネレータ 1 6 によってエンジン 1 2 を始動回転させる場合には、スイッチ S W 1 がオフ状態に切り替えられ、第 1 電源系 7 1 と第 2 電源系 7 2 とが互いに切り離される。これにより、リチウムイオンバッテリー 5 2 からスタータジェネレータ 1 6 に大電流が供給される場合であっても、第 1 電源系 7 1 の電気機器群 6 4 に対する瞬間的な電圧低下を防止することができ、電気機器群 6 4 等を正常に機能させることができる。

30

【 0 0 3 3 】

[モータアシスト制御]

メインコントローラ 8 0 のアシスト制御部 8 9 は、発進時や加速時等にスタータジェネレータ 1 6 を力行状態に制御し、スタータジェネレータ 1 6 によってエンジン 1 2 を補助するモータアシスト制御部 8 9 を実行する。なお、アシスト制御部 8 9 は、モータアシスト制御部 8 9 を実行する際に、I S G 制御部 8 2 に制御信号を出力し、スタータジェネレータ 1 6 を制御する。

40

【 0 0 3 4 】

ここで、図 7 はスタータジェネレータ 1 6 を力行状態に制御したときの電流供給状況の一例を示す図である。図 7 に示すように、モータアシスト制御に伴ってスタータジェネレータ 1 6 を力行状態に制御する際には、スイッチ S W 1 , S W 2 は共にオン状態に保持される。このように、スタータジェネレータ 1 6 によってエンジン 1 2 を補助する場合には、スイッチ S W 1 , S W 2 をオン状態に制御することにより、電気機器群 6 4 に鉛バッテリー 5 1 とリチウムイオンバッテリー 5 2 との双方を接続している。これにより、電気機器群 6 4 の電源電圧を安定させることができ、車両用電源装置 1 0 の信頼性を向上させること

50

ができる。

【 0 0 3 5 】

前述したように、スタータジェネレータ 1 6 によるエンジン再始動時には、スイッチ S W 1 がオフ状態に切り替えられる一方、スタータジェネレータ 1 6 によるモータアシスト時には、スイッチ S W 1 がオン状態に保持される。つまり、エンジン再始動とは、停止中のエンジン 1 2 をスタータジェネレータ 1 6 によって回転させ始める状況であり、スタータジェネレータ 1 6 の消費電力が増加し易い状況である。これに対し、モータアシスト時とは、回転中のエンジン 1 2 をスタータジェネレータ 1 6 によって補助的に駆動する状況であり、スタータジェネレータ 1 6 の消費電力が抑制される状況である。このように、モータアシスト制御においては、スタータジェネレータ 1 6 の消費電力が抑制されることから、スイッチ S W 1 をオン状態に保持したとしても、鉛バッテリー 5 1 からスタータジェネレータ 1 6 に大電流が流れることはなく、電気機器群 6 4 の電源電圧を安定させることができる。

10

【 0 0 3 6 】

[エンジン 初 始 動 制 御 ， 鉛 バ ッ テ リ 補 充 電 制 御]

続いて、スタータモータ 3 3 を用いてエンジン 1 2 を始動するエンジン 初 始 動 制 御 について説明した後に、エンジン 初 始 動 後 の ス タ ー タ ジ ェ ネ レ ー タ 1 6 に よ る 鉛 バ ッ テ リ 補 充 電 制 御 について説明する。ここで、図 8 はエンジン 初 始 動 制 御 にお け る 電 流 供 給 状 況 の 一 例 を 示 す 図 である。また、図 9 は鉛バッテリー 補 充 電 制 御 にお け る 電 流 供 給 状 況 の 一 例 を 示 す 図 である。

20

【 0 0 3 7 】

車両 1 1 の制御システムを起動させて最初にエンジン 1 2 を始動する場合、つまりスタータボタン操作によってエンジン 1 2 を始動する場合には、スタータモータ 3 3 によってエンジン 1 2 の始動回転が行われる。このエンジン 初 始 動 制 御 にお け る 図 8 に 示 す よ う に、スイッチ S W 1 がオフ状態に制御され、スイッチ S W 2 がオフ状態に制御され、スタータリレー 3 7 がオン状態に制御される。これにより、鉛バッテリー 5 1 からスタータモータ 3 3 に電流が供給され、スタータモータ 3 3 を回転させることでエンジン 1 2 を始動させる。

【 0 0 3 8 】

このように、スタータモータ 3 3 によってエンジン 1 2 が始動されると、図 9 に示すように、スタータリレー 3 7 がオフ状態に切り替えられ、スイッチ S W 1 がオン状態に切り替えられ、スタータジェネレータ 1 6 が燃焼発電状態に制御される。すなわち、エンジン 1 2 が始動されると、スイッチ S W 2 をオフ状態に保持したまま、スイッチ S W 1 がオン状態に切り替えられ、スタータジェネレータ 1 6 が燃焼発電状態に制御される。これにより、スタータジェネレータ 1 6 によって鉛バッテリー 5 1 を積極的に充電することができ、停車中やエンジン 初 始 動 時 に 低 下 す る 鉛 バ ッ テ リ 5 1 の 充 電 状 態 S O C を 回 復 さ せ る こ と が 可 能 である。

30

【 0 0 3 9 】

つまり、停車中には鉛バッテリー 5 1 から電気機器群 6 4 に暗電流が流れ、エンジン 初 始 動 時 には 鉛 バ ッ テ リ 5 1 から ス タ ー タ モ ー タ 3 3 に 大 電 流 が 流 れ る た め、停車中からエンジン 初 始 動 時 にか け て 鉛 バ ッ テ リ 5 1 の 充 電 状 態 S O C は 徐 々 に 低 下 す る。このため、エンジン 初 始 動 後 に 鉛 バ ッ テ リ 補 充 電 制 御 を 実 行 す る こ と に よ り、低下した鉛バッテリー 5 1 の充電状態 S O C を回復させている。なお、鉛バッテリー 補 充 電 制 御 は、所定時間に渡って継続しても良く、鉛バッテリー 5 1 の充電状態 S O C が所定値に回復するまで継続しても良い。

40

【 0 0 4 0 】

[ス イ ッ チ S W 2 の 故 障 判 定 制 御]

以下、車両用電源装置 1 0 によって実行されるスイッチ S W 2 の故障判定制御について説明する。前述したように、スイッチ S W 2 は、車両用電源装置 1 0 の作動状況に応じてオン状態やオフ状態に制御される。しかしながら、スイッチ S W 2 がオフ状態で動作不能

50

になる故障状態（以下、OFF固着と記載する。）が発生した場合には、車両用電源装置10を適切に作動させることが困難である。そこで、本発明の一実施形態である車両用電源装置10は、後述する各種故障判定制御1～8の少なくとも何れかを実行することにより、スイッチSW2にOFF固着が発生しているか否かを判定する。

【0041】

後述するように、各種故障判定制御1～8において、メインコントローラ80の故障判定部85は、スタータジェネレータ16に送信される制御信号、スイッチSW1に送信される制御信号、スイッチSW2に送信される制御信号を認識した状態のもとで、鉛バッテリー51の電流、リチウムイオンバッテリー52の電流、およびスタータジェネレータ16の電圧の少なくとも何れか1つに基づいて、スイッチSW2がOFF固着であるか否かを判定する。

10

【0042】

なお、メインコントローラ80のISG制御部82は、ISGコントローラ32を介してスタータジェネレータ16に制御信号を送信する。スタータジェネレータ16に送信される制御信号として、スタータジェネレータ16を燃焼発電状態や回生発電状態に制御する発電信号、スタータジェネレータ16を発電休止状態に制御する発電休止信号、およびスタータジェネレータ16を力行状態に制御する力行信号がある。

【0043】

また、メインコントローラ80の第1スイッチ制御部83は、バッテリーコントローラ75を介してスイッチSW1に制御信号を送信する。スイッチSW1に送信される制御信号として、スイッチSW1をオン状態に制御するオン信号があり、スイッチSW1をオフ状態に制御するオフ信号がある。さらに、メインコントローラ80の第2スイッチ制御部84は、バッテリーコントローラ75を介してスイッチSW2に制御信号を送信する。スイッチSW2に送信される制御信号として、スイッチSW2をオン状態に制御するオン信号があり、スイッチSW2をオフ状態に制御するオフ信号がある。

20

【0044】

（故障判定制御1）

図10は故障判定制御1の実行手順の一例を示すフローチャートである。また、図11（A）および（B）は、故障判定制御1を実行したときの電流供給状況の一例を示す図である。図11（A）にはスイッチSW2が正常である場合の状況が示され、図11（B）にはスイッチSW2がOFF固着である場合の状況が示されている。なお、図11（A）および（B）に示す黒塗りの矢印は、電流の供給状況を示す矢印である。

30

【0045】

図10に示すように、ステップS10では、スイッチSW1に向けてオン信号が送信され、ステップS11では、スイッチSW2に向けてオン信号が送信され、ステップS12では、スタータジェネレータ16に向けて発電休止信号が送信される。続いて、ステップS13では、リチウムイオンバッテリー52から放電される放電電流（電流） i_{Li_d} が検出される。なお、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} は、バッテリーコントローラ75によって検出することが可能である。

【0046】

続いて、ステップS14では、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} が、所定の閾値 i_{d1} を下回るか否かが判定される。ステップS14において、放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d1} を下回ると判定された場合には、ステップS15に進み、スイッチSW2にOFF固着が発生していると判定される。一方、ステップS14において、放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d1} 以上であると判定された場合には、ステップS16に進み、スイッチSW2が正常状態であると判定される。

40

【0047】

ここで、図11（A）に示すように、スイッチSW2が正常であった場合には、スイッチSW1がオン状態に制御され、スイッチSW2がオン状態に制御され、スタータジェネレータ16が発電休止状態に制御される。この場合には、リチウムイオンバッテリー52に

50

電気機器群 6 4 が接続されるため、電気機器群 6 4 の作動状況に応じて、リチウムイオンバッテリー 5 2 から電気機器群 6 4 に放電電流 i_{Li_d} が流される。

【 0 0 4 8 】

これに対し、図 1 1 (B) に示すように、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していた場合には、スイッチ S W 1 がオン状態に制御され、スイッチ S W 2 がオフ状態に保持され、スタータジェネレータ 1 6 が発電休止状態に制御される。この場合には、リチウムイオンバッテリー 5 2 から電気機器群 6 4 が切り離されるため、リチウムイオンバッテリー 5 2 の放電電流 i_{Li_d} は「 0 A 」である。

【 0 0 4 9 】

すなわち、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していた場合には、スイッチ S W 2 が正常である場合に比べて、リチウムイオンバッテリー 5 2 の放電電流 i_{Li_d} が減少する。このため、放電電流 i_{Li_d} と閾値 i_{d1} とを比較判定し、放電電流 i_{Li_d} の減少状況を捉えることにより、スイッチ S W 2 の O F F 固着を検出することができる。なお、閾値 i_{d1} については、放電電流 i_{Li_d} の減少状況を捉えるように、実験やシミュレーション等に基づき設定される。

【 0 0 5 0 】

(故障判定制御 2)

図 1 2 は故障判定制御 2 の実行手順の一例を示すフローチャートである。また、図 1 3 (A) および (B) は、故障判定制御 2 を実行したときの電圧印加状況の一例を示す図である。図 1 3 (A) にはスイッチ S W 2 が正常である場合の状況が示され、図 1 3 (B) にはスイッチ S W 2 が O F F 固着である場合の状況が示されている。なお、図 1 3 (A) および (B) に示す白抜きの矢印は、リチウムイオンバッテリー 5 2 による電圧の印加状況を示す矢印である。

【 0 0 5 1 】

図 1 2 に示すように、ステップ S 2 0 では、スイッチ S W 1 に向けてオフ信号が送信され、ステップ S 2 1 では、スイッチ S W 2 に向けてオン信号が送信され、ステップ S 2 2 では、スタータジェネレータ 1 6 に向けて発電休止信号が送信される。続いて、ステップ S 2 3 では、スタータジェネレータ 1 6 に印加される端子電圧 (印加電圧 , 電圧) V_{isg} が検出される。なお、スタータジェネレータ 1 6 に印加される端子電圧 V_{isg} 、つまりスタータジェネレータ 1 6 に対する印加電圧 V_{isg} は、 I S G コントローラ 3 2 によって検出することが可能である。

【 0 0 5 2 】

続いて、ステップ S 2 4 では、スタータジェネレータ 1 6 に対する印加電圧 V_{isg} が、所定の閾値 V_1 を下回るか否かが判定される。ステップ S 2 4 において、印加電圧 V_{isg} が閾値 V_1 を下回ると判定された場合には、ステップ S 2 5 に進み、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していると判定される。一方、ステップ S 2 4 において、印加電圧 V_{isg} が閾値 V_1 以上であると判定された場合には、ステップ S 2 6 に進み、スイッチ S W 2 が正常状態であると判定される。

【 0 0 5 3 】

ここで、図 1 3 (A) に示すように、スイッチ S W 2 が正常であった場合には、スイッチ S W 1 がオフ状態に制御され、スイッチ S W 2 がオン状態に制御され、スタータジェネレータ 1 6 が発電休止状態に制御される。この場合には、スタータジェネレータ 1 6 から鉛バッテリー 5 1 が切り離され、スタータジェネレータ 1 6 にリチウムイオンバッテリー 5 2 が接続されるため、スタータジェネレータ 1 6 にはリチウムイオンバッテリー 5 2 の端子電圧が印加される。つまり、スタータジェネレータ 1 6 に対する印加電圧 V_{isg} は、リチウムイオンバッテリー 5 2 の端子電圧に相当する電圧値である。

【 0 0 5 4 】

これに対し、図 1 3 (B) に示すように、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していた場合には、スイッチ S W 1 がオフ状態に制御され、スイッチ S W 2 がオフ状態に保持され、スタータジェネレータ 1 6 が発電休止状態に制御される。この場合には、スタータジェ

10

20

30

40

50

ネレータ16から鉛バッテリー51およびリチウムイオンバッテリー52の双方が切り離されるため、スタータジェネレータ16に対する印加電圧 $V_{i s g}$ は「0V」である。

【0055】

すなわち、スイッチSW2にOFF固着が発生していた場合には、スイッチSW2が正常である場合に比べて、スタータジェネレータ16に対する印加電圧 $V_{i s g}$ が減少する。このため、印加電圧 $V_{i s g}$ と閾値 V_1 とを比較判定し、印加電圧 $V_{i s g}$ の減少状況を捉えることにより、スイッチSW2のOFF固着を検出することができる。なお、閾値 V_1 については、印加電圧 $V_{i s g}$ の減少状況を捉えるように、実験やシミュレーション等に基づき設定される。

【0056】

(故障判定制御3)

図14は故障判定制御3の実行手順の一例を示すフローチャートである。また、図15(A)および(B)は、故障判定制御3を実行したときの電流供給状況の一例を示す図である。図15(A)にはスイッチSW2が正常である場合の状況が示され、図15(B)にはスイッチSW2がOFF固着である場合の状況が示されている。なお、図15(A)および(B)に示す黒塗りの矢印は、電流の供給状況を示す矢印である。

【0057】

図14に示すように、ステップS30では、スイッチSW1に向けてオン信号が送信され、ステップS31では、スイッチSW2に向けてオン信号が送信され、ステップS32では、スタータジェネレータ16に向けて発電信号が送信される。続いて、ステップS33では、リチウムイオンバッテリー52に充電される充電電流(電流) $i_{L i_c}$ が検出される。なお、リチウムイオンバッテリー52の充電電流 $i_{L i_c}$ は、バッテリーコントローラ75によって検出することが可能である。

【0058】

続いて、ステップS34では、リチウムイオンバッテリー52の充電電流 $i_{L i_c}$ が、所定の閾値 i_{c1} を下回るか否かが判定される。ステップS34において、充電電流 $i_{L i_c}$ が閾値 i_{c1} を下回ると判定された場合には、ステップS35に進み、スイッチSW2にOFF固着が発生していると判定される。一方、ステップS34において、充電電流 $i_{L i_c}$ が閾値 i_{c1} 以上であると判定された場合には、ステップS36に進み、スイッチSW2が正常状態であると判定される。

【0059】

ここで、図15(A)に示すように、スイッチSW2が正常であった場合には、スイッチSW1がオン状態に制御され、スイッチSW2がオン状態に制御され、スタータジェネレータ16が発電状態に制御される。この場合には、スタータジェネレータ16にリチウムイオンバッテリー52が接続されるため、発電するスタータジェネレータ16からリチウムイオンバッテリー52に充電電流 $i_{L i_c}$ が流される。

【0060】

これに対し、図15(B)に示すように、スイッチSW2にOFF固着が発生していた場合には、スイッチSW1がオン状態に制御され、スイッチSW2がオフ状態に保持され、スタータジェネレータ16が発電状態に制御される。この場合には、スタータジェネレータ16からリチウムイオンバッテリー52が切り離されるため、リチウムイオンバッテリー52に対する充電電流 $i_{L i_c}$ は「0A」である。

【0061】

すなわち、スイッチSW2にOFF固着が発生していた場合には、スイッチSW2が正常である場合に比べて、リチウムイオンバッテリー52の充電電流 $i_{L i_c}$ が減少する。このため、充電電流 $i_{L i_c}$ と閾値 i_{c1} とを比較判定し、充電電流 $i_{L i_c}$ の減少状況を捉えることにより、スイッチSW2のOFF固着を検出することができる。なお、閾値 i_{c1} については、充電電流 $i_{L i_c}$ の減少状況を捉えるように、実験やシミュレーション等に基づき設定される。

【0062】

10

20

30

40

50

また、スイッチ S W 1 がオン状態に制御され、スイッチ S W 2 がオン状態に制御され、スタータジェネレータ 1 6 が発電状態に制御される状況として、図 3 や図 5 に示すように、スタータジェネレータ 1 6 が燃焼発電状態や回生発電状態に制御される状況がある。つまり、スタータジェネレータ 1 6 が燃焼発電状態や回生発電状態に制御する際に、故障判定制御 3 を併せて実行することにより、簡単にスイッチ S W 2 の O F F 固着を検出することが可能である。

【 0 0 6 3 】

(故障判定制御 4)

図 1 6 は故障判定制御 4 の実行手順の一例を示すフローチャートである。また、図 1 7 (A) および (B) は、故障判定制御 4 を実行したときの電流供給状況の一例を示す図である。図 1 7 (A) にはスイッチ S W 2 が正常である場合の状況が示され、図 1 7 (B) にはスイッチ S W 2 が O F F 固着である場合の状況が示されている。なお、図 1 7 (A) および (B) に示す黒塗りの矢印は、電流の供給状況を示す矢印である。

10

【 0 0 6 4 】

図 1 6 に示すように、ステップ S 4 0 では、スイッチ S W 1 に向けてオフ信号が送信され、ステップ S 4 1 では、スイッチ S W 2 に向けてオン信号が送信され、ステップ S 4 2 では、スタータジェネレータ 1 6 に向けて発電信号が送信される。続いて、ステップ S 4 3 では、リチウムイオンバッテリー 5 2 に充電される充電電流 (電流) i_{Li_c} が検出される。なお、リチウムイオンバッテリー 5 2 の充電電流 i_{Li_c} は、バッテリーコントローラ 7 5 によって検出することが可能である。

20

【 0 0 6 5 】

続いて、ステップ S 4 4 では、リチウムイオンバッテリー 5 2 の充電電流 i_{Li_c} が、所定の閾値 i_{c2} を下回るか否かが判定される。ステップ S 4 4 において、充電電流 i_{Li_c} が閾値 i_{c2} を下回ると判定された場合には、ステップ S 4 5 に進み、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していると判定される。一方、ステップ S 4 4 において、充電電流 i_{Li_c} が閾値 i_{c2} 以上であると判定された場合には、ステップ S 4 6 に進み、スイッチ S W 2 が正常状態であると判定される。

【 0 0 6 6 】

ここで、図 1 7 (A) に示すように、スイッチ S W 2 が正常であった場合には、スイッチ S W 1 がオフ状態に制御され、スイッチ S W 2 がオン状態に制御され、スタータジェネレータ 1 6 が発電状態に制御される。この場合には、スタータジェネレータ 1 6 にリチウムイオンバッテリー 5 2 が接続されるため、発電するスタータジェネレータ 1 6 からリチウムイオンバッテリー 5 2 に充電電流 i_{Li_c} が流される。

30

【 0 0 6 7 】

これに対し、図 1 7 (B) に示すように、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していた場合には、スイッチ S W 1 がオフ状態に制御され、スイッチ S W 2 がオフ状態に保持され、スタータジェネレータ 1 6 が発電状態に制御される。この場合には、スタータジェネレータ 1 6 からリチウムイオンバッテリー 5 2 が切り離されるため、リチウムイオンバッテリー 5 2 に対する充電電流 i_{Li_c} は「 0 A 」である。

【 0 0 6 8 】

すなわち、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していた場合には、スイッチ S W 2 が正常である場合に比べて、リチウムイオンバッテリー 5 2 の充電電流 i_{Li_c} が減少する。このため、充電電流 i_{Li_c} と閾値 i_{c2} とを比較判定し、充電電流 i_{Li_c} の減少状況を捉えることにより、スイッチ S W 2 の O F F 固着を検出することができる。なお、閾値 i_{c2} については、充電電流 i_{Li_c} の減少状況を捉えるように、実験やシミュレーション等に基づき設定される。

40

【 0 0 6 9 】

(故障判定制御 5)

図 1 8 は故障判定制御 5 の実行手順の一例を示すフローチャートである。また、図 1 9 (A) および (B) は、故障判定制御 5 または後述する故障判定制御 6 を実行したときの

50

電流供給状況の一例を示す図である。図19(A)にはスイッチSW2が正常である場合の状況が示され、図19(B)にはスイッチSW2がOFF固着である場合の状況が示されている。なお、図19(A)および(B)に示す黒塗りの矢印は、電流の供給状況を示す矢印である。

【0070】

図18に示すように、ステップS50では、スイッチSW1に向けてオン信号が送信され、ステップS51では、スイッチSW2に向けてオン信号が送信され、ステップS52では、スタータジェネレータ16に向けて力行信号が送信される。続くステップS53では、リチウムイオンバッテリー52から放電される放電電流(電流) i_{Li_d} が検出される。なお、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} は、バッテリーコントローラ75によって検出することが可能である。続くステップS54では、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} が、所定の閾値 i_{d2} を下回るか否かが判定される。ステップS54において、放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d2} を下回ると判定された場合には、ステップS55に進み、スイッチSW2にOFF固着が発生していると判定される。

10

【0071】

一方、ステップS54において、放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d2} 以上であると判定された場合には、ステップS56に進み、鉛バッテリー51から放電される放電電流(電流) i_{Pb_d} が検出される。なお、鉛バッテリー51の放電電流 i_{Pb_d} は、バッテリーセンサ65によって検出することが可能である。続くステップS57では、鉛バッテリー51の放電電流 i_{Pb_d} が、所定の閾値 i_{d3} を上回るか否かが判定される。ステップS57において、放電電流 i_{Pb_d} が閾値 i_{d3} を上回ると判定された場合には、ステップS55に進み、スイッチSW2にOFF固着が発生していると判定される。

20

【0072】

このように、ステップS54において、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d2} を下回ると判定された場合や、ステップS57において、鉛バッテリー51の放電電流 i_{Pb_d} が閾値 i_{d3} を上回ると判定された場合には、ステップS55に進み、スイッチSW2がOFF固着であると判定される。一方、ステップS54において、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d2} 以上であると判定され、かつステップS57において、鉛バッテリー51の放電電流 i_{Pb_d} が閾値 i_{d3} 以下であると判定された場合には、ステップS58に進み、スイッチSW2が正常状態であると判定される。

30

【0073】

ここで、図19(A)に示すように、スイッチSW2が正常であった場合には、スイッチSW1がオン状態に制御され、スイッチSW2がオン状態に制御され、スタータジェネレータ16が力行状態に制御される。この場合には、スタータジェネレータ16にリチウムイオンバッテリー52が接続されるため、力行するスタータジェネレータ16に向けてリチウムイオンバッテリー52から放電電流 i_{Li_d} が流される。

【0074】

これに対し、図19(B)に示すように、スイッチSW2にOFF固着が発生していた場合には、スイッチSW1がオン状態に制御され、スイッチSW2がオフ状態に保持され、スタータジェネレータ16が力行状態に制御される。この場合には、スタータジェネレータ16からリチウムイオンバッテリー52が切り離されるため、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} は「0A」である。

40

【0075】

すなわち、スイッチSW2にOFF固着が発生していた場合には、スイッチSW2が正常である場合に比べて、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} が減少する。このため、放電電流 i_{Li_d} と閾値 i_{d2} とを比較判定し、放電電流 i_{Li_d} の減少状況を捉えることにより、スイッチSW2のOFF固着を検出することができる。なお、閾値 i_{d2} については、放電電流 i_{Li_d} の減少状況を捉えるように、実験やシミュレーション等に基づき設定される。

50

【0076】

また、図19(A)に示すように、スイッチSW2が正常であった場合には、スイッチSW1がオン状態に制御され、スイッチSW2がオン状態に制御され、スタータジェネレータ16が力行状態に制御される。この場合には、力行するスタータジェネレータ16に鉛バッテリー51およびリチウムイオンバッテリー52が接続されるため、スタータジェネレータ16に対して鉛バッテリー51から放電電流 i_{Pb_d} が流されるとともに、スタータジェネレータ16に対してリチウムイオンバッテリー52から放電電流 i_{Li_d} が流される。つまり、力行するスタータジェネレータ16に対して、鉛バッテリー51とリチウムイオンバッテリー52との双方から電流が供給される。

【0077】

これに対し、図19(B)に示すように、スイッチSW2にOFF固着が発生していた場合には、スイッチSW1がオン状態に制御され、スイッチSW2がオフ状態に保持され、スタータジェネレータ16が力行状態に制御される。この場合には、力行するスタータジェネレータ16に鉛バッテリー51だけが接続されるため、スタータジェネレータ16に対して鉛バッテリー51から放電電流 i_{Pb_d} が流される。つまり、力行するスタータジェネレータ16に対して、鉛バッテリー51だけから電流が供給される。

【0078】

このように、スイッチSW2が正常であった場合には、鉛バッテリー51とリチウムイオンバッテリー52との双方からスタータジェネレータ16に電流が供給されるため、鉛バッテリー51の放電電流 i_{Pb_d} が減少する傾向にある。一方、スイッチSW2にOFF固着が発生していた場合には、鉛バッテリー51だけからスタータジェネレータ16に電流が供給されるため、鉛バッテリー51の放電電流 i_{Pb_d} が増加する傾向にある。

【0079】

すなわち、スイッチSW2にOFF固着が発生していた場合には、スイッチSW2が正常である場合に比べて、鉛バッテリー51の放電電流 i_{Pb_d} が増加する。このため、放電電流 i_{Pb_d} と閾値 i_{d3} とを比較判定し、放電電流 i_{Pb_d} の増加状況を捉えることにより、スイッチSW2のOFF固着を検出することができる。なお、閾値 i_{d3} については、放電電流 i_{Pb_d} の増加状況を捉えるように、実験やシミュレーション等に基づき設定される。

【0080】

また、スイッチSW1がオン状態に制御され、スイッチSW2がオン状態に制御され、スタータジェネレータ16が力行状態に制御される状況として、図7に示すように、モータアシスト制御を実行する状況がある。つまり、モータアシスト制御の実行時に、故障判定制御5を併せて実行することにより、簡単にスイッチSW2のOFF固着を検出することが可能である。

【0081】

(故障判定制御6)

図18に示した故障判定制御5では、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d2} を下回る場合、または鉛バッテリー51の放電電流 i_{Pb_d} が閾値 i_{d3} を上回る場合に、スイッチSW2がOFF固着であると判定しているが、これに限られることはない。以下、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d2} を下回り、かつ鉛バッテリー51の放電電流 i_{Pb_d} が閾値 i_{d3} を上回る場合に、スイッチSW2がOFF固着であると判定する故障判定制御6について説明する。

【0082】

図20は故障判定制御6の実行手順の一例を示すフローチャートである。図20に示すように、ステップS60では、スイッチSW1に向けてオン信号が送信され、ステップS61では、スイッチSW2に向けてオン信号が送信され、ステップS62では、スタータジェネレータ16に向けて力行信号が送信される。

【0083】

続くステップS63では、リチウムイオンバッテリー52から放電される放電電流(電流

10

20

30

40

50

) i_{Li_d} が検出され、ステップS64では、鉛バッテリー51から放電される放電電流(電流) i_{Pb_d} が検出される。なお、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} は、バッテリーコントローラ75によって検出することが可能である。また、鉛バッテリー51の放電電流 i_{Pb_d} は、バッテリーセンサ65によって検出することが可能である。

【0084】

続いて、ステップS65では、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} が、所定の閾値 i_{d2} を下回るか否かが判定される。ステップS65において、放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d2} を下回ると判定された場合には、ステップS66に進み、鉛バッテリー51の放電電流 i_{Pb_d} が、所定の閾値 i_{d3} を上回るか否かが判定される。そして、ステップS66において、放電電流 i_{Pb_d} が閾値 i_{d3} を上回ると判定された場合には、ステップS67に進み、スイッチSW2にOFF固着が発生していると判定される。

10

【0085】

このように、ステップS65において、放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d2} を下回ると判定され、かつステップS66において、放電電流 i_{Pb_d} が閾値 i_{d3} を上回ると判定された場合には、ステップS67に進み、スイッチSW2がOFF固着であると判定される。一方、ステップS65において、放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d2} 以上であると判定された場合、またはステップS66において、放電電流 i_{Pb_d} が閾値 i_{d3} 以下であると判定された場合には、ステップS68に進み、スイッチSW2が正常状態であると判定される。

【0086】

20

前述した図19(A)に示すように、スイッチSW2が正常であった場合には、スイッチSW1がオン状態に制御され、スイッチSW2がオン状態に制御され、スタータジェネレータ16が力行状態に制御される。この場合には、力行するスタータジェネレータ16に対して、鉛バッテリー51とリチウムイオンバッテリー52との双方が接続される。このため、鉛バッテリー51からスタータジェネレータ16に放電電流 i_{Pb_d} が流されるとともに、リチウムイオンバッテリー52からスタータジェネレータ16に放電電流 i_{Li_d} が流される。

【0087】

これに対し、図19(B)に示すように、スイッチSW2にOFF固着が発生していた場合には、スイッチSW1がオン状態に制御され、スイッチSW2がオフ状態に保持され、スタータジェネレータ16が力行状態に制御される。この場合には、力行するスタータジェネレータ16に鉛バッテリー51が接続され、力行するスタータジェネレータ16からリチウムイオンバッテリー52が切り離される。このため、鉛バッテリー51からスタータジェネレータ16に放電電流 i_{Pb_d} が流される一方、リチウムイオンバッテリー52からスタータジェネレータ16への放電電流 i_{Li_d} は遮断される。

30

【0088】

すなわち、スイッチSW2にOFF固着が発生していた場合には、スイッチSW2が正常である場合に比べて、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} が減少し、かつ鉛バッテリー51の放電電流 i_{Pb_d} が増加する。このため、放電電流 i_{Li_d} と閾値 i_{d2} とを比較判定し、放電電流 i_{Li_d} の減少状況を捉えるとともに、放電電流 i_{Pb_d} と閾値 i_{d3} とを比較判定し、放電電流 i_{Pb_d} の増加状況を捉えることにより、スイッチSW2のOFF固着を検出することができる。なお、閾値 i_{d2} については、放電電流 i_{Li_d} の減少状況を捉えるように、実験やシミュレーション等に基づき設定される。また、閾値 i_{d3} については、放電電流 i_{Pb_d} の増加状況を捉えるように、実験やシミュレーション等に基づき設定される。

40

【0089】

また、スイッチSW1がオン状態に制御され、スイッチSW2がオン状態に制御され、スタータジェネレータ16が力行状態に制御される状況として、図7に示すように、モータアシスト制御を実行する状況がある。つまり、モータアシスト制御の実行時に、故障判定制御6を併せて実行することにより、簡単にスイッチSW2のOFF固着を検出するこ

50

とが可能である。

【0090】

(故障判定制御7)

図21は故障判定制御7の実行手順の一例を示すフローチャートである。また、図22(A)および(B)は、故障判定制御7または後述する故障判定制御8を実行したときの電流供給状況の一例を示す図である。図22(A)にはスイッチSW2が正常である場合の状況が示され、図22(B)にはスイッチSW2がOFF固着である場合の状況が示されている。なお、図22(A)および(B)に示す黒塗りの矢印は、電流の供給状況を示す矢印である。

【0091】

図21に示すように、ステップS70では、スイッチSW1に向けてオフ信号が送信され、ステップS71では、スイッチSW2に向けてオン信号が送信され、ステップS72では、スタータジェネレータ16に向けて力行信号が送信される。続くステップS73では、リチウムイオンバッテリー52から放電される放電電流(電流) i_{Li_d} が検出される。なお、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} は、バッテリーコントローラ75によって検出することが可能である。続くステップS74では、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} が、所定の閾値 i_{d4} を下回るか否かが判定される。ステップS74において、放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d4} を下回ると判定された場合には、ステップS75に進み、スイッチSW2にOFF固着が発生していると判定される。

【0092】

一方、ステップS74において、放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d4} 以上であると判定された場合には、ステップS76に進み、スタータジェネレータ16に印加される端子電圧(印加電圧, 電圧) V_{isg} が検出される。なお、スタータジェネレータ16に印加される端子電圧 V_{isg} 、つまりスタータジェネレータ16に対する印加電圧 V_{isg} は、ISGコントローラ32によって検出することが可能である。続くステップS77では、スタータジェネレータ16に対する印加電圧 V_{isg} が、所定の閾値 V_2 を下回るか否かが判定される。ステップS77において、印加電圧 V_{isg} が閾値 V_2 を下回ると判定された場合には、ステップS75に進み、スイッチSW2にOFF固着が発生していると判定される。

【0093】

このように、ステップS74において、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d4} を下回ると判定された場合や、ステップS77において、スタータジェネレータ16に対する印加電圧 V_{isg} が閾値 V_2 を下回ると判定された場合には、ステップS75に進み、スイッチSW2がOFF固着であると判定される。一方、ステップS74において、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d4} 以上であると判定され、かつステップS77において、スタータジェネレータ16に対する印加電圧 V_{isg} が閾値 V_2 以上であると判定された場合には、ステップS78に進み、スイッチSW2が正常状態であると判定される。

【0094】

ここで、図22(A)に示すように、スイッチSW2が正常であった場合には、スイッチSW1がオフ状態に制御され、スイッチSW2がオン状態に制御され、スタータジェネレータ16が力行状態に制御される。この場合には、スタータジェネレータ16にリチウムイオンバッテリー52が接続されるため、力行するスタータジェネレータ16に向けてリチウムイオンバッテリー52から放電電流 i_{Li_d} が流される。

【0095】

これに対し、図22(B)に示すように、スイッチSW2にOFF固着が発生していた場合には、スイッチSW1がオフ状態に制御され、スイッチSW2がオフ状態に保持され、スタータジェネレータ16が力行状態に制御される。この場合には、スタータジェネレータ16からリチウムイオンバッテリー52が切り離されるため、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} は「0A」である。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 6 】

すなわち、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していた場合には、スイッチ S W 2 が正常である場合に比べて、リチウムイオンバッテリー 5 2 の放電電流 $i L i_d$ が減少する。このため、放電電流 $i L i_d$ と閾値 $i d 4$ とを比較判定し、放電電流 $i L i_d$ の減少状況を捉えることにより、スイッチ S W 2 の O F F 固着を検出することができる。なお、閾値 $i d 4$ については、放電電流 $i L i_d$ の減少状況を捉えるように、実験やシミュレーション等に基づき設定される。

【 0 0 9 7 】

また、図 2 2 (A) に示すように、スイッチ S W 2 が正常であった場合には、スイッチ S W 1 がオフ状態に制御され、スイッチ S W 2 がオン状態に制御され、スタータジェネレータ 1 6 が力行状態に制御される。この場合には、スタータジェネレータ 1 6 から鉛バッテリー 5 1 が切り離され、スタータジェネレータ 1 6 にリチウムイオンバッテリー 5 2 が接続されるため、スタータジェネレータ 1 6 にはリチウムイオンバッテリー 5 2 の端子電圧が印加される。つまり、スタータジェネレータ 1 6 に対する印加電圧 $V i s g$ は、リチウムイオンバッテリー 5 2 の端子電圧に相当する電圧値である。

10

【 0 0 9 8 】

これに対し、図 2 2 (B) に示すように、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していた場合には、スイッチ S W 1 がオフ状態に制御され、スイッチ S W 2 がオフ状態に保持され、スタータジェネレータ 1 6 が力行状態に制御される。この場合には、スタータジェネレータ 1 6 から鉛バッテリー 5 1 およびリチウムイオンバッテリー 5 2 の双方が切り離されるため、スタータジェネレータ 1 6 に対する印加電圧 $V i s g$ は「 0 V 」である。

20

【 0 0 9 9 】

すなわち、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していた場合には、スイッチ S W 2 が正常である場合に比べて、スタータジェネレータ 1 6 に対する印加電圧 $V i s g$ が減少する。このため、印加電圧 $V i s g$ と閾値 $V 2$ とを比較判定し、印加電圧 $V i s g$ の減少状況を捉えることにより、スイッチ S W 2 の O F F 固着を検出することができる。なお、閾値 $V 2$ については、印加電圧 $V i s g$ の減少状況を捉えるように、実験やシミュレーション等に基づき設定される。

【 0 1 0 0 】

また、スイッチ S W 1 がオフ状態に制御され、スイッチ S W 2 がオン状態に制御され、スタータジェネレータ 1 6 が力行状態に制御される状況として、図 6 に示すように、アイドリングストップ制御においてエンジンを再始動する状況がある。つまり、アイドリングストップ制御におけるエンジン再始動時に、故障判定制御 7 を併せて実行することにより、簡単にスイッチ S W 2 の O F F 固着を検出することが可能である。

30

【 0 1 0 1 】

(故障判定制御 8)

図 2 1 に示した故障判定制御 7 では、リチウムイオンバッテリー 5 2 の放電電流 $i L i_d$ が閾値 $i d 4$ を下回る場合、またはスタータジェネレータ 1 6 に対する印加電圧 $V i s g$ が閾値 $V 2$ を下回る場合に、スイッチ S W 2 が O F F 固着であると判定しているが、これに限られることはない。以下、リチウムイオンバッテリー 5 2 の放電電流 $i L i_d$ が閾値 $i d 4$ を下回り、かつスタータジェネレータ 1 6 に対する印加電圧 $V i s g$ が閾値 $V 2$ を下回る場合に、スイッチ S W 2 が O F F 固着であると判定する故障判定制御 8 について説明する。

40

【 0 1 0 2 】

図 2 3 は故障判定制御 8 の実行手順の一例を示すフローチャートである。図 2 3 に示すように、ステップ S 8 0 では、スイッチ S W 1 に向けてオフ信号が送信され、ステップ S 8 1 では、スイッチ S W 2 に向けてオン信号が送信され、ステップ S 8 2 では、スタータジェネレータ 1 6 に向けて力行信号が送信される。

【 0 1 0 3 】

続くステップ S 8 3 では、リチウムイオンバッテリー 5 2 から放電される放電電流 (電流

50

) i_{Li_d} が検出され、ステップ S 8 4 では、スタータジェネレータ 1 6 に印加される端子電圧 (印加電圧 , 電圧) V_{isg} が検出される。なお、リチウムイオンバッテリー 5 2 の放電電流 i_{Li_d} は、バッテリーコントローラ 7 5 によって検出することが可能である。また、スタータジェネレータ 1 6 に印加される端子電圧 V_{isg} 、つまりスタータジェネレータ 1 6 に対する印加電圧 V_{isg} は、ISG コントローラ 3 2 によって検出することが可能である。

【 0 1 0 4 】

続いて、ステップ S 8 5 では、リチウムイオンバッテリー 5 2 の放電電流 i_{Li_d} が、所定の閾値 i_{d4} を下回るか否かが判定される。ステップ S 8 5 において、放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d4} を下回ると判定された場合には、ステップ S 8 6 に進み、スタータジェネレータ 1 6 に対する印加電圧 V_{isg} が、所定の閾値 V_2 を下回るか否かが判定される。そして、ステップ S 8 6 において、印加電圧 V_{isg} が閾値 V_2 を下回ると判定された場合には、ステップ S 8 7 に進み、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していると判定される。

10

【 0 1 0 5 】

このように、ステップ S 8 5 において、放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d4} を下回ると判定され、かつステップ S 8 6 において、印加電圧 V_{isg} が閾値 V_2 を下回ると判定された場合には、ステップ S 8 7 に進み、スイッチ S W 2 が O F F 固着であると判定される。一方、ステップ S 8 5 において、放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d4} 以上であると判定された場合、またはステップ S 8 6 において、印加電圧 V_{isg} が閾値 V_2 以上であると判定された場合には、ステップ S 8 8 に進み、スイッチ S W 2 が正常状態であると判定される。

20

【 0 1 0 6 】

前述した図 2 2 (A) に示すように、スイッチ S W 2 が正常であった場合には、スイッチ S W 1 がオフ状態に制御され、スイッチ S W 2 がオン状態に制御され、スタータジェネレータ 1 6 が力行状態に制御される。この場合には、スタータジェネレータ 1 6 にリチウムイオンバッテリー 5 2 が接続されるため、リチウムイオンバッテリー 5 2 の放電電流 i_{Li_d} はスタータジェネレータ 1 6 の消費電流に相当する電流値である。また、スタータジェネレータ 1 6 にリチウムイオンバッテリー 5 2 が接続されるため、スタータジェネレータ 1 6 に対する印加電圧 V_{isg} はリチウムイオンバッテリー 5 2 の端子電圧に相当する電圧値である。

30

【 0 1 0 7 】

これに対し、図 2 2 (B) に示すように、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していた場合には、スイッチ S W 1 がオフ状態に制御され、スイッチ S W 2 がオフ状態に保持され、スタータジェネレータ 1 6 が力行状態に制御される。この場合には、スタータジェネレータ 1 6 から鉛バッテリー 5 1 とリチウムイオンバッテリー 5 2 との双方が切り離されるため、リチウムイオンバッテリー 5 2 の放電電流 i_{Li_d} は「 0 A 」であり、スタータジェネレータ 1 6 に対する印加電圧 V_{isg} は「 0 V 」である。

【 0 1 0 8 】

すなわち、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していた場合には、スイッチ S W 2 が正常である場合に比べて、リチウムイオンバッテリー 5 2 の放電電流 i_{Li_d} が減少し、かつスタータジェネレータ 1 6 に対する印加電圧 V_{isg} が低下する。このため、放電電流 i_{Li_d} と閾値 i_{d4} とを比較判定し、放電電流 i_{Li_d} の減少状況を捉えるとともに、印加電圧 V_{isg} と閾値 V_2 とを比較判定し、印加電圧 V_{isg} の低下状況を捉えることにより、スイッチ S W 2 の O F F 固着を検出することができる。なお、閾値 i_{d4} については、放電電流 i_{Li_d} の減少状況を捉えるように、実験やシミュレーション等に基づき設定される。また、閾値 V_2 については、印加電圧 V_{isg} の低下状況を捉えるように、実験やシミュレーション等に基づき設定される。

40

【 0 1 0 9 】

また、スイッチ S W 1 がオフ状態に制御され、スイッチ S W 2 がオン状態に制御され、

50

スタータジェネレータ16が力行状態に制御される状況として、図6に示すように、アイドリングストップ制御においてエンジンを再始動する状況がある。つまり、アイドリングストップ制御におけるエンジン再始動時に、故障判定制御8を併せて実行することにより、簡単にスイッチSW2のOFF固着を検出することが可能である。

【0110】

[フェイルセーフ制御]

(アイドリングストップ制御の禁止)

(モータアシスト制御の禁止)

以下、車両用電源装置10によって実行されるフェイルセーフ制御について説明する。前述した故障判定制御1～8等を実行することにより、スイッチSW2がOFF固着であると判定された場合には、メインコントローラ80のフェイルセーフ制御部91によってフェイルセーフ制御が実行される。なお、スイッチSW2のOFF固着を判定する方法としては、前述した各種故障判定制御1～8に限られることはなく、他の方法によってスイッチSW2のOFF固着を判定しても良い。

10

【0111】

図24はフェイルセーフ制御の実行手順の一例を示すフローチャートである。図24に示すように、ステップS90では、スイッチSW2にOFF固着が発生しているか否かが判定される。ステップS90において、スイッチSW2がOFF固着であると判定された場合には、ステップS91に進み、アイドリングストップ制御が禁止され、ステップS92に進み、モータアシスト制御が禁止される。

20

【0112】

ここで、スイッチSW2にOFF固着が発生した状況とは、電源回路50に対してリチウムイオンバッテリー52を接続することができない状況である。この状況のもとでは、リチウムイオンバッテリー52を放電させることが不可能であるため、スタータジェネレータ16を力行状態に制御することが困難である。このため、スイッチSW2にOFF固着が発生した場合には、フェイルセーフとしてアイドリングストップ制御やモータアシスト制御を禁止することで、スタータジェネレータ16の力行状態を禁止している。

【0113】

つまり、アイドリングストップ制御においては、エンジン再始動時にスタータジェネレータ16が力行状態に制御される。このとき、電源回路50からリチウムイオンバッテリー52が切り離されていると、鉛バッテリー51からスタータジェネレータ16に大きな電力が供給されるため、電気機器群64の電源電圧を維持することが困難である。このため、スイッチSW2にOFF固着が発生した場合には、アイドリングストップ制御を禁止することにより、スタータジェネレータ16の力行状態を禁止している。これにより、鉛バッテリー51の充電状態SOCの低下を抑制することができ、電源電圧を安定させて電気機器群64を適切に機能させることができる。

30

【0114】

同様に、モータアシスト制御においては、発進時や加速時等にスタータジェネレータ16が力行状態に制御される。このとき、電源回路50からリチウムイオンバッテリー52が切り離されていると、鉛バッテリー51からスタータジェネレータ16に大きな電力が供給されるため、電気機器群64の電源電圧を維持することが困難である。このため、スイッチSW2にOFF固着が発生した場合には、モータアシスト制御を禁止することにより、スタータジェネレータ16の力行状態を禁止している。これにより、鉛バッテリー51の充電状態SOCの低下を抑制することができ、電源電圧を安定させて電気機器群64を適切に機能させることができる。

40

【0115】

(コーストスリップロックアップ制御の禁止)

図24に示すように、ステップS90において、スイッチSW2がOFF固着であると判定されると、ステップS91, S92を経てステップS93に進み、コーストスリップロックアップ制御(スリップロックアップ制御)が禁止される。なお、コーストスリップ

50

ロックアップ制御とは、燃料消費量を抑制する観点から低車速領域での減速走行時に実施される制御である。

【0116】

以下、コーストスリップロックアップ制御について説明した後に、このコーストスリップロックアップ制御を禁止する理由について説明する。ここで、図25はコーストスリップロックアップ制御におけるパワーユニット13の作動状況の一例を示すタイミングチャートである。なお、図25において、「L/U」はロックアップクラッチ40を意味しており、「ISG」はスタータジェネレータ16を意味している。

【0117】

図25に示すように、アクセルペダルの踏み込み解除によって緩やかに減速するコースト走行時には、ロックアップクラッチ40が締結状態に制御され（符号a1）、エンジン補機39のインジェクタが燃料カット状態に制御され（符号b1）、スタータジェネレータ16が回生発電状態に制御される（符号c1）。このように、コースト走行時には、インジェクタを燃料カット状態に制御することにより、燃料噴射を停止させて燃料消費量を削減している。

【0118】

そして、コースト走行によって車速が低下し、車速が所定の第1車速 V_{e1} を下回ると（符号d1）、インジェクタの燃料カット状態が継続され（符号b2）、スタータジェネレータ16の回生発電状態が継続されたまま（符号c2）、ロックアップクラッチ40が締結状態からスリップ状態に制御される（符号a2）。また、コースト走行によって車速が低下し、車速が第1車速 V_{e1} よりも低い第2車速 V_{e2} を下回ると（符号d2）、インジェクタの燃料カット状態が継続されたまま（符号b3）、ロックアップクラッチ40がスリップ状態から解放状態に制御され（符号a3）、スタータジェネレータ16が回生発電状態から力行状態に制御される（符号c3）。その後、スタータジェネレータ16が所定時間に渡って力行状態に制御されると、スタータジェネレータ16が力行状態から発電休止状態に制御され（符号c4）、インジェクタが燃料カット状態から燃料噴射状態に制御される（符号b4）。

【0119】

このように、コーストスリップロックアップ制御においては、スタータジェネレータ16を力行状態に制御している。これにより、符号e1で示すように、エンジン回転数の低下を抑制することができるため、燃料噴射再開を遅らせた場合であってもエンジンストールを回避することができる。すなわち、スタータジェネレータ16によってエンジン回転数の低下を抑制することにより、単に燃料噴射を再開しただけではエンジンストールが発生してしまう車速領域まで、燃料カット状態を継続して燃料消費量を削減することができる。

【0120】

前述したように、コーストスリップロックアップ制御においては、スタータジェネレータ16が力行状態に制御される。このとき、電源回路50からリチウムイオンバッテリー52が切り離されていると、鉛バッテリー51からスタータジェネレータ16に大きな電力が供給されるため、電気機器群64の電源電圧を維持することが困難である。このため、図24に示すように、スイッチSW2にOFF固着が発生した場合には、コーストスリップロックアップ制御を禁止することにより、スタータジェネレータ16の力行状態を禁止している。これにより、鉛バッテリー51の充電状態SOCの低下を抑制することができ、電源電圧を安定させて電気機器群64を適切に機能させることができる。

【0121】

なお、コーストスリップロックアップ制御において、ロックアップクラッチ40を解放する際には、締結状態から解放状態に切り替えるのではなく、スリップ状態から解放状態に切り替えている。これにより、ロックアップクラッチ40を素早く解放することができるため、エンジンストールを防止しながら燃料噴射の再開タイミングを遅らせることができる。また、図示する例では、コーストスリップロックアップ制御において、スタータジ

10

20

30

40

50

エネレータ 16 を発電状態から力行状態に切り替え（符号 c 3 ）、スタータジェネレータ 16 を力行状態から発電休止状態に切り替えているが（符号 c 4 ）、これに限られることはない。例えば、スタータジェネレータ 16 を発電休止状態から力行状態に切り替えても良く、スタータジェネレータ 16 を力行状態から発電状態に切り替えても良い。

【 0 1 2 2 】

（ 燃 焼 発 電 状 態 の 実 行 ）

図 2 4 に示すように、ステップ S 9 0 において、スイッチ S W 2 が O F F 固着であると判定されると、ステップ S 9 1 ~ S 9 3 を経てステップ S 9 4 に進み、スタータジェネレータ 16 の燃焼発電状態が実行される。つまり、スイッチ S W 2 が O F F 固着であると判定された場合には、スタータジェネレータ 16 の力行状態が禁止されることから、スタータジェネレータ 16 が燃焼発電状態に制御される。前述したように、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生した場合には、電源回路 5 0 にリチウムイオンバッテリー 5 2 を接続することが不可能である。つまり、電源回路 5 0 には蓄電体として鉛バッテリー 5 1 だけが接続される状況であることから、電気機器群 6 4 の電源電圧を維持するためには、鉛バッテリー 5 1 の充電状態 S O C を高めに維持することが求められる。そこで、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生している場合には、スタータジェネレータ 16 が燃焼発電状態に制御され続ける。これにより、鉛バッテリー 5 1 を緩やかに充電し続けることができるため、電源電圧を安定させて電気機器群 6 4 を適切に機能させることができる。

10

【 0 1 2 3 】

前述したように、ステップ S 9 4 においては、スタータジェネレータ 16 が燃焼発電状態に制御される。ここで、図示するスタータジェネレータ 16 においては、スタータジェネレータ 16 の発電電圧を制御することにより、燃焼発電状態、回生発電状態および発電休止状態に制御される。つまり、ステップ S 9 4 において、スタータジェネレータ 16 を燃焼発電状態に制御することは、スタータジェネレータ 16 の発電休止状態を禁止することを意味している。また、ステップ S 9 4 において、スタータジェネレータ 16 を燃焼発電状態に制御することは、スタータジェネレータ 16 の回生発電状態を禁止することを意味している。

20

【 0 1 2 4 】

このように、ステップ S 9 4 においては、スタータジェネレータ 16 の発電休止状態が禁止されるため、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していた場合であっても、鉛バッテリー 5 1 の充電状態 S O C の低下を抑制することができ、電源電圧を安定させて電気機器群 6 4 を適切に機能させることができる。また、ステップ S 9 4 においては、スタータジェネレータ 16 の回生発電状態が禁止されるため、スイッチ S W 2 に O F F 固着が発生していた場合であっても、鉛バッテリー 5 1 に対する過度な充電を回避することができ、鉛バッテリー 5 1 の劣化を抑制することができる。

30

【 0 1 2 5 】

本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。前述の説明では、第 1 蓄電体として鉛バッテリー 5 1 を用いているが、これに限られることはなく、第 1 蓄電体として他の種類のバッテリーやキャパシタを用いても良い。また、第 2 蓄電体としてリチウムイオンバッテリー 5 2 を用いているが、これに限られることはなく、第 2 蓄電体として他の種類のバッテリーやキャパシタを用いても良い。また、図 1 および図 2 に示した例では、リチウムイオンバッテリー 5 2 の正極ライン 5 4 にスイッチ S W 2 を設けているが、これに限られることはない。例えば、図 2 に一点鎖線で示すように、リチウムイオンバッテリー 5 2 の負極ライン 5 9 にスイッチ S W 2 を設けても良い。また、前述の説明では、メインコントローラ 8 0 に、各種制御部 8 1 ~ 8 4 , 8 6 ~ 9 1 や故障判定部 8 5 を設けているが、これに限られることはない。他のコントローラに、各種制御部 8 1 ~ 8 4 , 8 6 ~ 9 1 や故障判定部 8 5 の一部や全部を設けても良い。

40

【 0 1 2 6 】

図 1 0 ~ 図 2 3 に示した故障判定制御 1 ~ 8 については、故障判定制御 1 ~ 8 の何れか

50

1つを単独で実行しても良く、故障判定制御1～8の少なくとも2つを組み合わせで実行しても良い。例えば、故障判定制御1と故障判定制御2とを組み合わせで実行しても良い。この場合には、故障判定制御1に基づいて、リチウムイオンバッテリー52の放電電流 i_{Li_d} が閾値 i_{d1} を下回ると判定され、かつ故障判定制御2に基づいて、スタータジェネレータ16に対する印加電圧 V_{isg} が閾値 V_1 を下回ると判定された場合に、スイッチ SW_2 にOFF固着が発生していると判定される。

【0127】

図24に示したフェイルセーフ制御では、スイッチ SW_2 にOFF固着が発生していると判定された場合に、アイドルストップ制御を禁止し、モータアシスト制御を禁止し、コーストスリップロックアップ制御を禁止し、かつスタータジェネレータ16の燃焼発電状態を実行しているが、これに限られることはない。例えば、スイッチ SW_2 にOFF固着が発生していると判定された場合に、アイドルストップ制御、モータアシスト制御およびコーストスリップロックアップ制御の少なくとも何れか1つを禁止しても良い。また、スイッチ SW_2 にOFF固着が発生していると判定された場合に、アイドルストップ制御やモータアシスト制御等を禁止せずに、スタータジェネレータ16の燃焼発電状態を実行することで、スタータジェネレータ16の力行状態を禁止しても良い。

10

【符号の説明】

【0128】

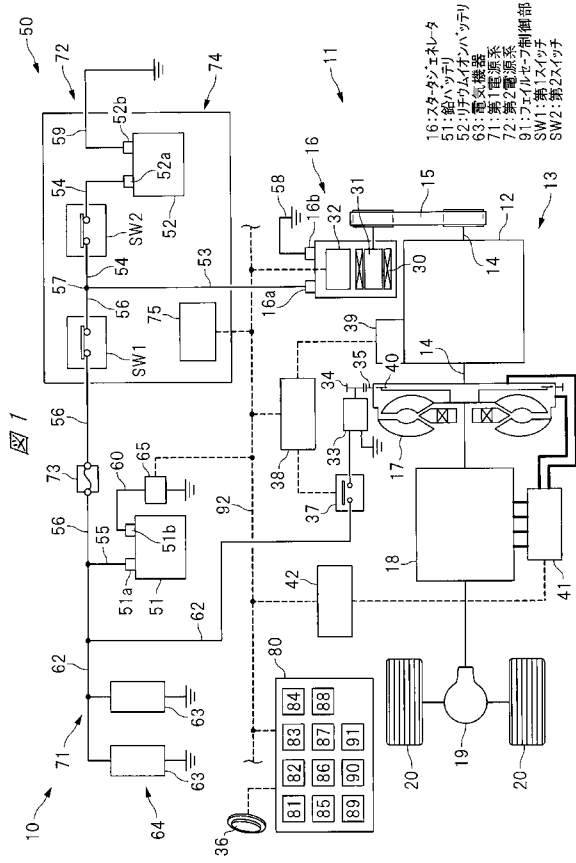
10 車両用電源装置
 11 車両
 12 エンジン
 16 スタータジェネレータ（発電電動機）
 51 鉛バッテリー（第1蓄電体）
 52 リチウムイオンバッテリー（第2蓄電体）
 63 電気機器（電気負荷）
 71 第1電源系
 72 第2電源系
 82 ISG制御部（発電電動機制御部）
 85 故障判定部
 88 アイドリング制御部
 89 アシスト制御部
 90 スリップロックアップ制御部
 91 フェイルセーフ制御部
 SW_1 第1スイッチ
 SW_2 第2スイッチ
 Ve_1 第1車速
 Ve_2 第2車速
 i_{Li_c} 充電電流（電流）
 i_{Li_d} 放電電流（電流）
 i_{Pb_d} 放電電流（電流）
 V_{isg} 端子電圧（電圧）

20

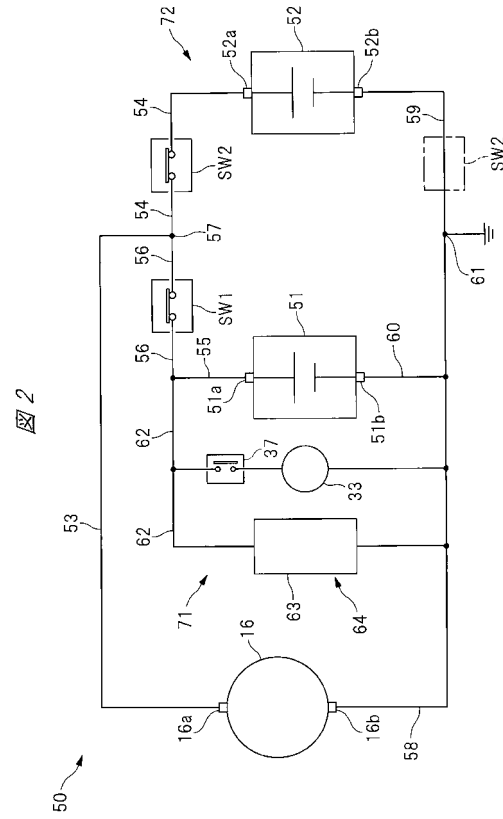
30

40

【 図 1 】

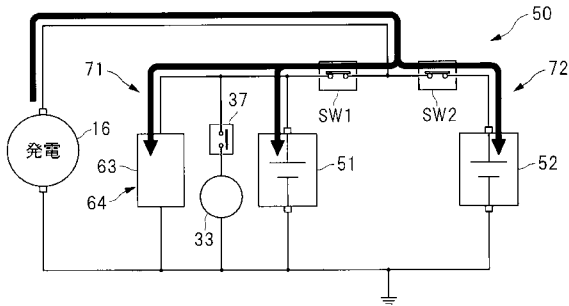


【 図 2 】



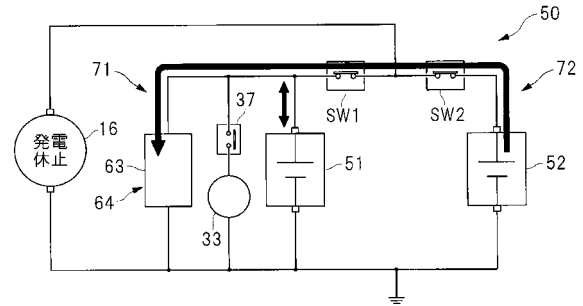
【 図 3 】

図 3
[ISG: 燃焼発電状態]



【 図 4 】

図 4
[ISG: 発電休止状態]



【 図 5 】

【 図 6 】

図 5
[ISG:回生発電状態]

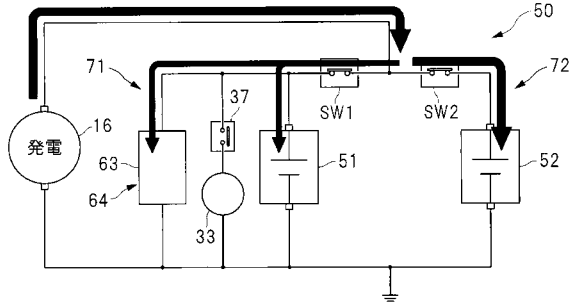
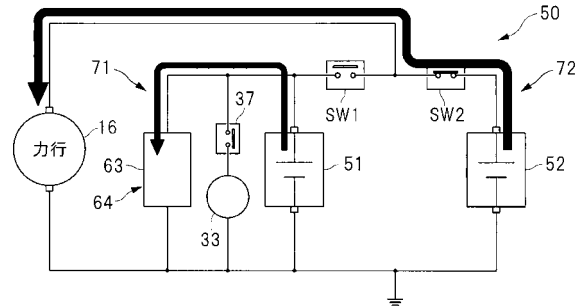


図 6
[ISG:力行状態]
(アイドリングストップ制御におけるエンジン再始動時)



【 図 7 】

【 図 8 】

図 7
[ISG:力行状態]
(モータアシスト制御)

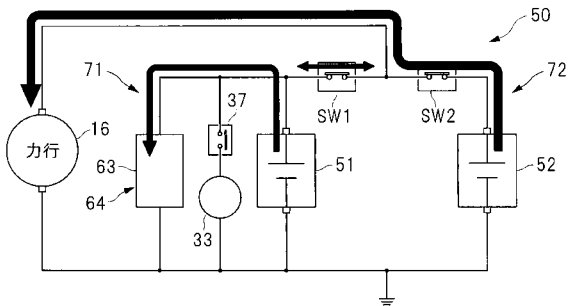
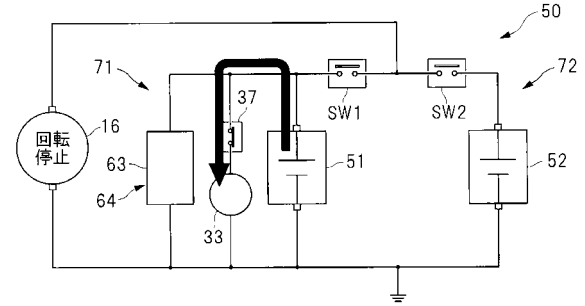
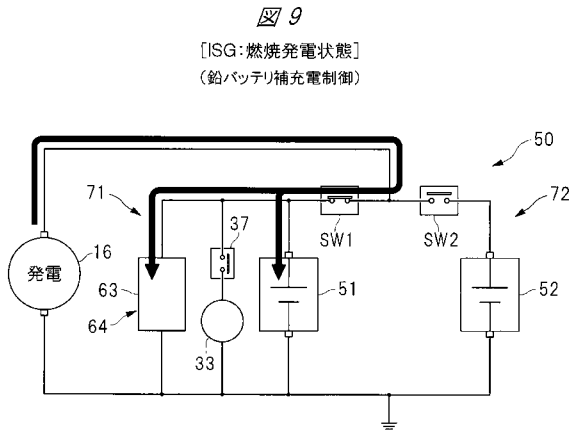


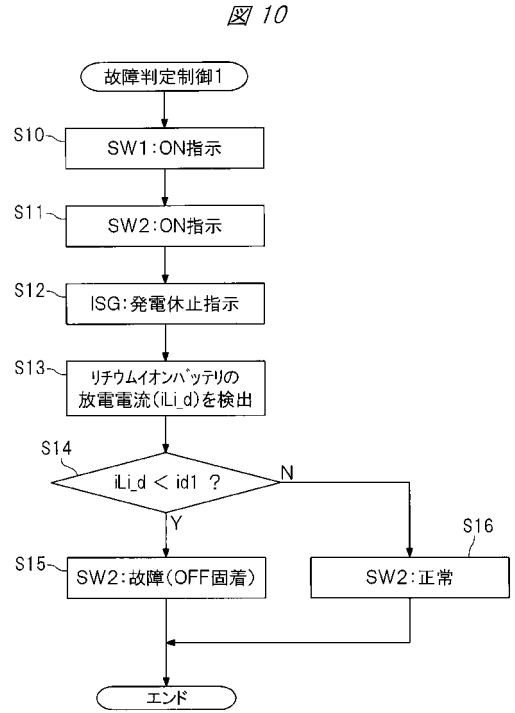
図 8
[ISG:停止状態]
(エンジン初始動制御)



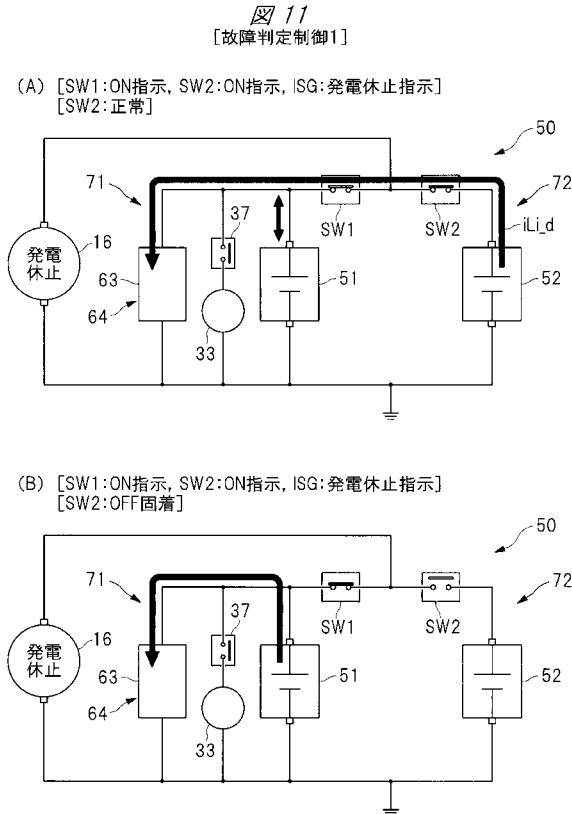
【 図 9 】



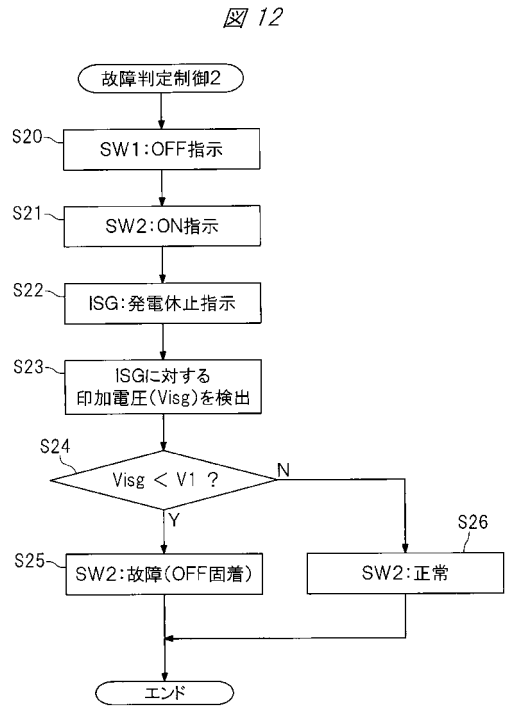
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



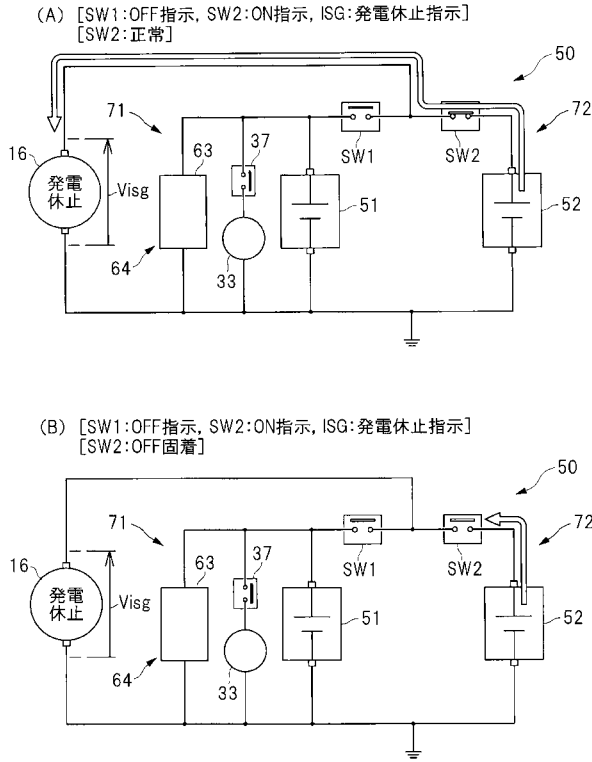
【 図 1 2 】



【図 1 3】

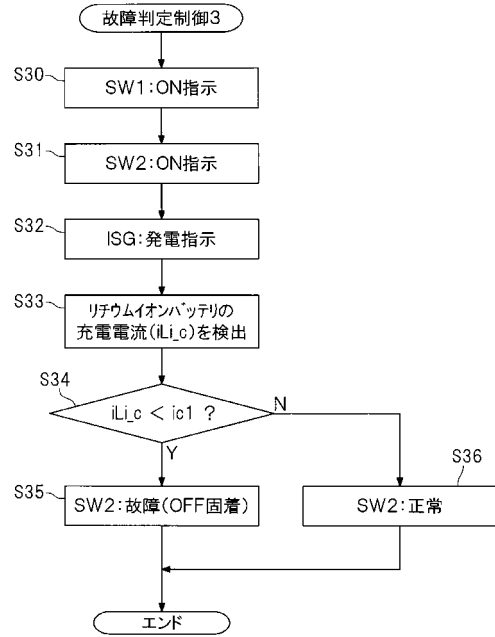
図 13

[故障判定制御2]



【図 1 4】

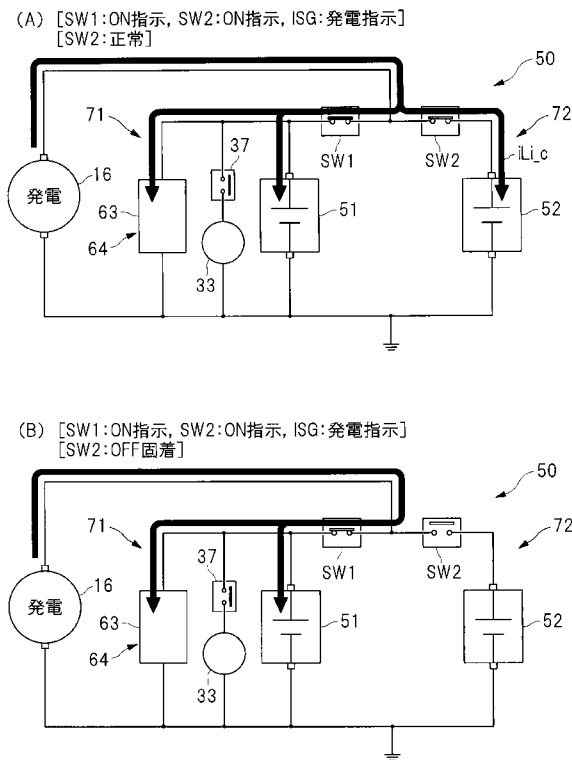
図 14



【図 1 5】

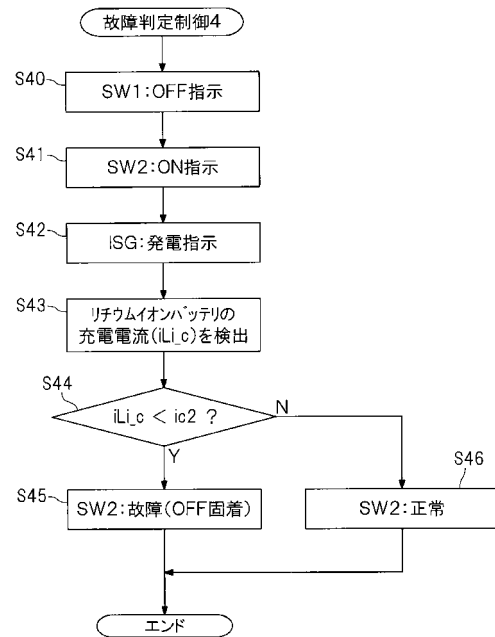
図 15

[故障判定制御3]



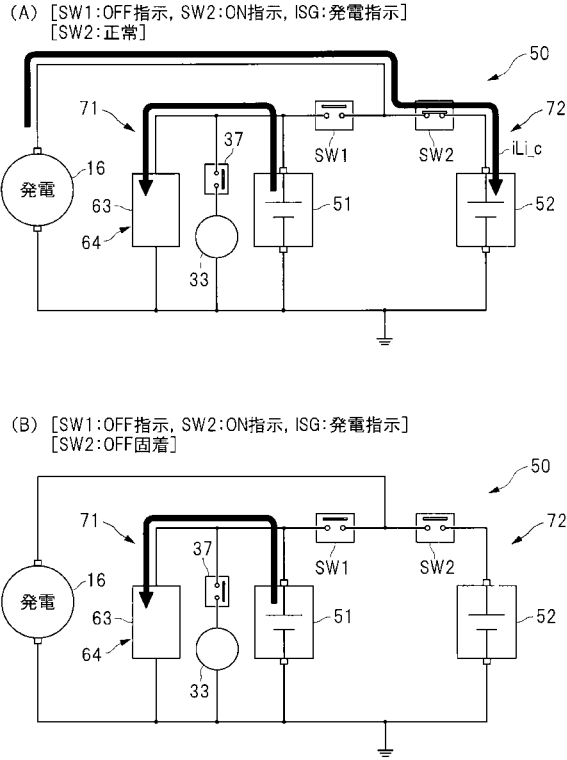
【図 1 6】

図 16



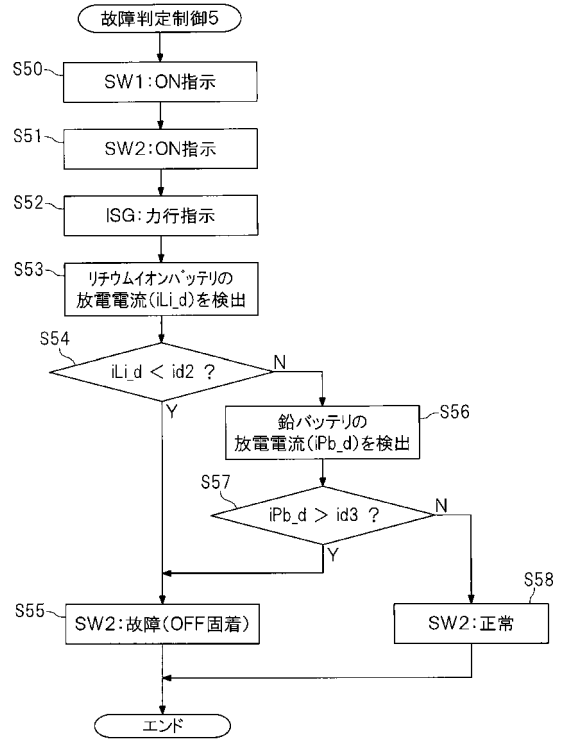
【 図 1 7 】

図 17
[故障判定制御4]



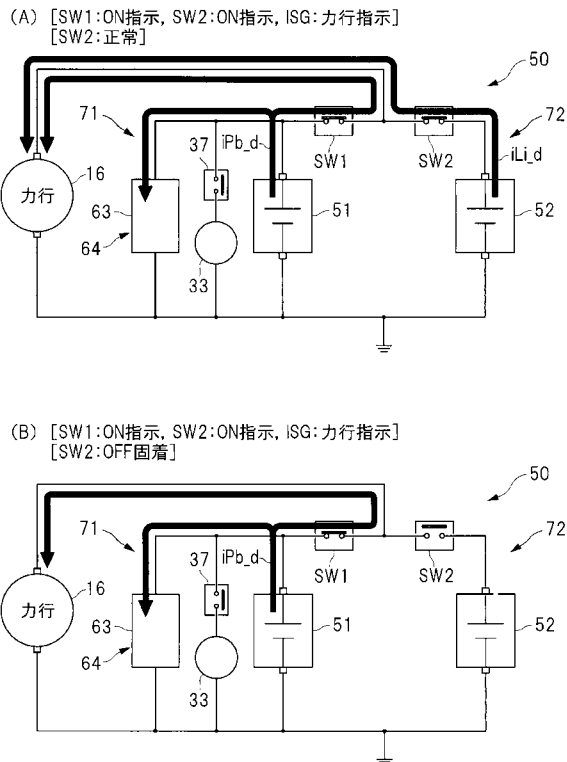
【 図 1 8 】

図 18



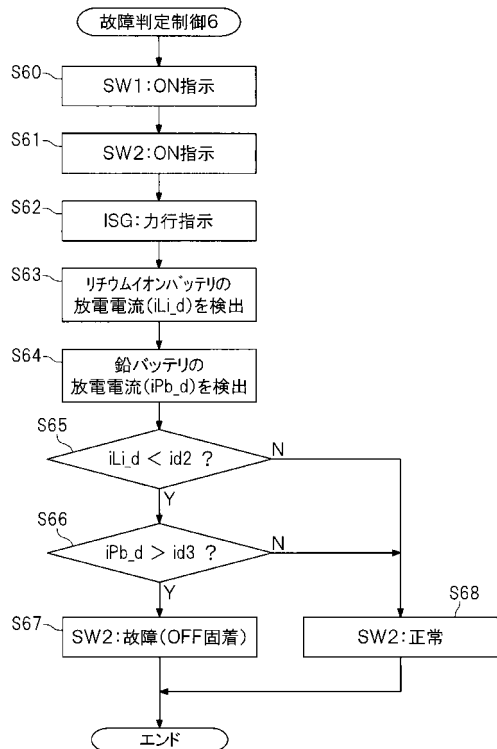
【 図 1 9 】

図 19
[故障判定制御5, 故障判定制御6]

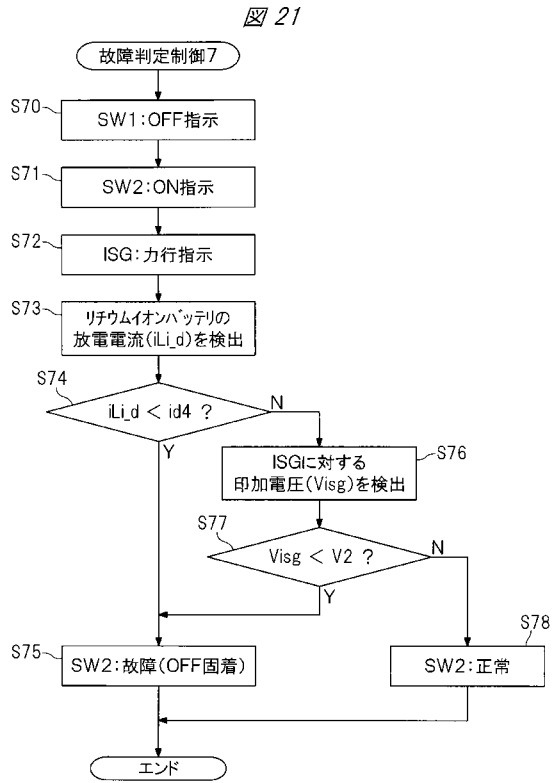


【 図 2 0 】

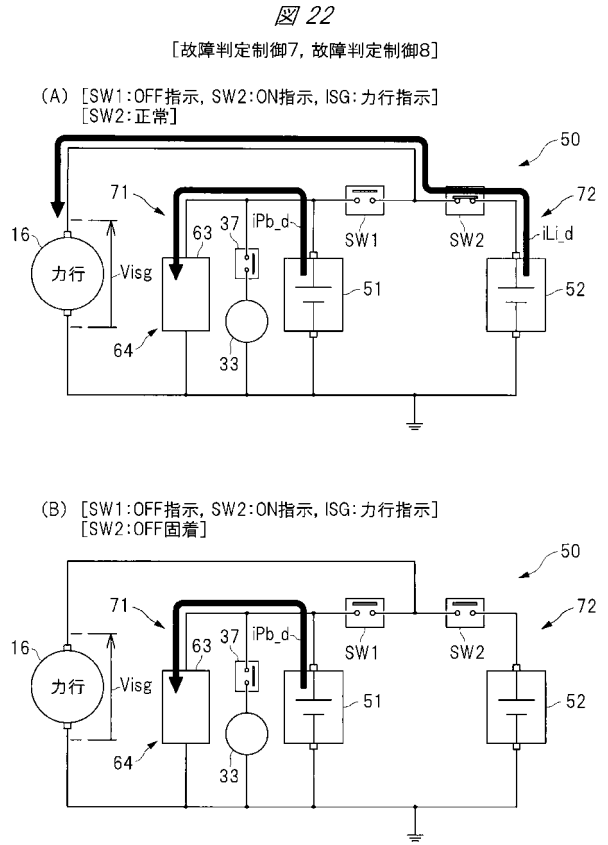
図 20



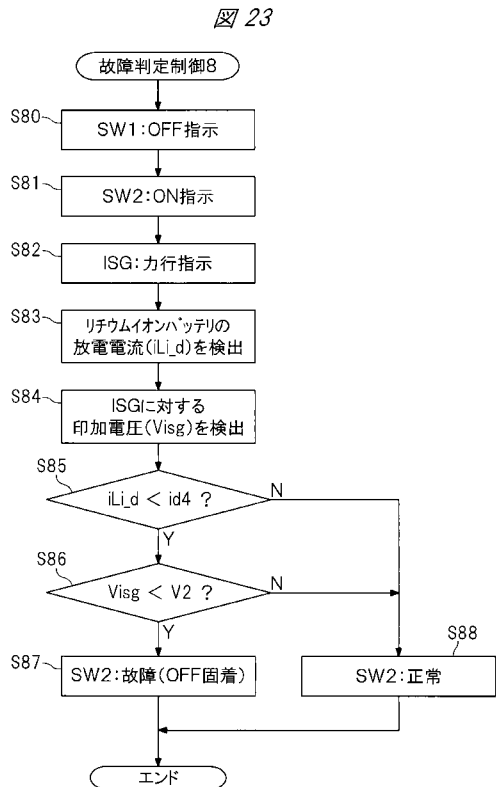
【 図 2 1 】



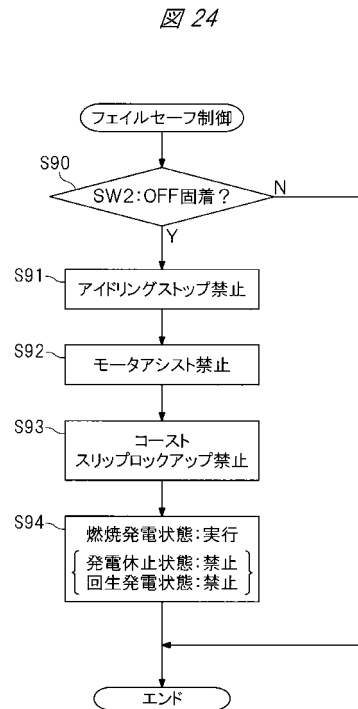
【 図 2 2 】



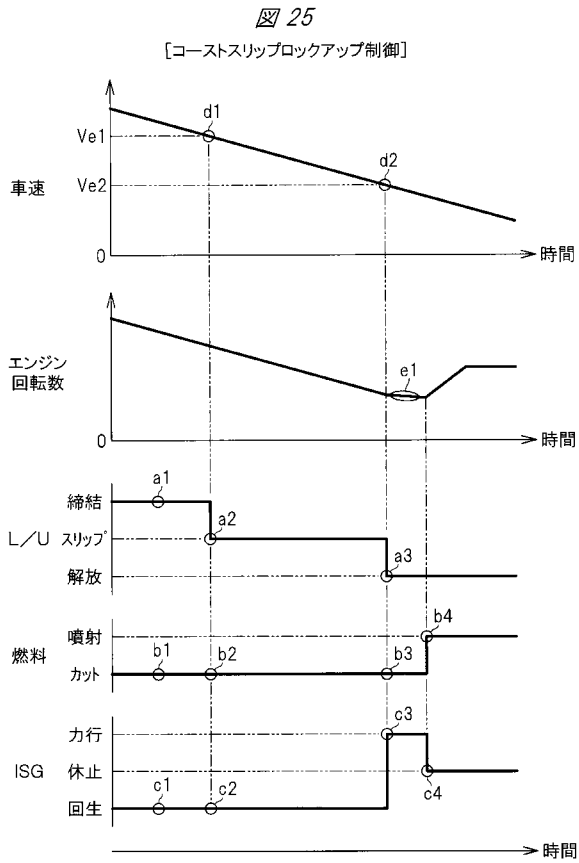
【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



フロントページの続き

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード(参考) |
|--------------------------------|---------------|------------|
| <i>F 0 2 N 11/10 (2006.01)</i> | B 6 0 R 16/03 | A |
| <i>F 0 2 N 15/00 (2006.01)</i> | F 0 2 N 11/04 | B |
| <i>F 0 2 D 29/02 (2006.01)</i> | F 0 2 N 11/10 | E |
| <i>F 0 2 N 11/08 (2006.01)</i> | F 0 2 N 15/00 | E |
| <i>F 1 6 H 61/14 (2006.01)</i> | F 0 2 D 29/02 | 3 2 1 A |
| | F 0 2 D 29/02 | K |
| | F 0 2 N 11/08 | L |
| | F 1 6 H 61/14 | 6 0 1 J |
| | F 1 6 H 61/14 | 6 0 1 L |

Fターム(参考) 5G503 AA07 BA04 BB01 BB02 CA01 CA11 CB11 EA05 FA06