

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6601334号
(P6601334)

(45) 発行日 令和1年11月6日 (2019.11.6)

(24) 登録日 令和1年10月18日 (2019.10.18)

(51) Int. Cl.	F I
H O 2 J 7/00 (2006.01)	H O 2 J 7/00 K
H O 2 J 7/02 (2016.01)	H O 2 J 7/00 3 O 2 B
H O 2 J 7/14 (2006.01)	H O 2 J 7/00 3 O 2 C
H O 2 J 7/34 (2006.01)	H O 2 J 7/02 J
H O 1 M 10/44 (2006.01)	H O 2 J 7/14 H
請求項の数 16 (全 25 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2016-134004 (P2016-134004)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成28年7月6日 (2016.7.6)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2018-7478 (P2018-7478A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成30年1月11日 (2018.1.11)	(74) 代理人	100121821
審査請求日	平成30年11月6日 (2018.11.6)		弁理士 山田 強
		(74) 代理人	100139480
			弁理士 日野 京子
		(74) 代理人	100125575
			弁理士 松田 洋
		(74) 代理人	100175134
			弁理士 北 裕介
		(72) 発明者	齊藤 耕平
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 電源制御装置、及び電源システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の蓄電手段（12，13）と、
前記各蓄電手段に通じる電気経路に設けられた複数のスイッチ手段（21～25）を含み、前記複数の蓄電手段について互いに並列接続された並列状態と互いに直列接続された直列状態とを切り替える切替部と、
を備える電源システムに適用される電源制御装置（30）であって、
前記複数の蓄電手段の電気残容量をそれぞれ取得する容量取得部と、
前記複数の蓄電手段が並列状態である場合に、前記容量取得部により取得した各蓄電手段の電気残容量に基づいて、前記各蓄電手段に通じる電気経路に存在している抵抗可変部の抵抗値を調整して前記蓄電手段ごとに充放電電流を制御する電流制御部と、
発電手段（16）の発電状態において前記複数の蓄電手段のうちいずれかの蓄電手段に放電電流が流れている状態か、又は前記発電手段の非発電状態において前記複数の蓄電手段のうちいずれかの蓄電手段に充電電流が流れている状態であるセルフバランス状態であるか否かを判定する電流判定部と、
を備え、
前記電流制御部は、前記セルフバランス状態であると判定された場合に、前記発電状態で放電電流が流れている蓄電手段の通電経路における前記抵抗値の調整、又は前記非発電状態で充電電流が流れている蓄電手段の通電経路における前記抵抗値の調整を禁止する電源制御装置。

【請求項 2】

前記複数の蓄電手段の全てが、充電状態及び放電状態のうちいずれか同じ状態になっていることを判定する状態判定部を備え、

前記電流制御部は、前記複数の蓄電手段の全てが充電状態及び放電状態のいずれかであると判定されたことを条件に、前記抵抗可変部の抵抗値の調整を実施する請求項 1 に記載の電源制御装置。

【請求項 3】

複数の蓄電手段 (1 2 , 1 3) と、

前記各蓄電手段に通じる電気経路に設けられた複数のスイッチ手段 (2 1 ~ 2 5) を含み、前記複数の蓄電手段について互いに並列接続された並列状態と互いに直列接続された直列状態とを切り替える切替部と、

を備える電源システムに適用される電源制御装置 (3 0) であって、

前記複数の蓄電手段の電気残容量をそれぞれ取得する容量取得部と、

前記複数の蓄電手段が並列状態である場合に、前記容量取得部により取得した各蓄電手段の電気残容量に基づいて、前記各蓄電手段に通じる電気経路に存在している抵抗可変部の抵抗値を調整して前記蓄電手段ごとに充放電電流を制御する電流制御部と、

前記複数の蓄電手段の全てが、充電状態及び放電状態のうちいずれか同じ状態になっていることを判定する状態判定部と、
を備え、

前記電流制御部は、前記複数の蓄電手段の全てが充電状態及び放電状態のいずれかであると判定されたことを条件に、前記抵抗可変部の抵抗値の調整を実施する電源制御装置。

【請求項 4】

前記複数の蓄電手段が直列状態である場合に、前記各蓄電手段どうしを接続する経路上の中間位置 (N 1) に第 1 電気負荷 (1 4) が接続されるとともに、それら各蓄電手段のうち高電圧側の前記蓄電手段の正極側の位置 (N 2) に第 2 電気負荷 (1 5 , 1 6) が接続されるシステムに適用され、

前記電流制御部は、前記複数の蓄電手段が並列状態である場合に、前記複数の蓄電手段の充電時であれば、前記複数の蓄電手段のうち前記第 2 電気負荷の側に接続された蓄電手段の電気経路の抵抗値を大きくして充電電流を制御し、前記複数の蓄電手段の放電時であれば、前記複数の蓄電手段のうち前記第 1 電気負荷の側に接続された蓄電手段の電気経路の抵抗値を大きくして放電電流を制御する請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 5】

複数の蓄電手段 (1 2 , 1 3) と、

前記各蓄電手段に通じる電気経路に設けられた複数のスイッチ手段 (2 1 ~ 2 5) を含み、前記複数の蓄電手段について互いに並列接続された並列状態と互いに直列接続された直列状態とを切り替える切替部と、

を備え、前記複数の蓄電手段が直列状態である場合に、前記各蓄電手段どうしを接続する経路上の中間位置 (N 1) に第 1 電気負荷 (1 4) が接続されるとともに、それら各蓄電手段のうち高電圧側の前記蓄電手段の正極側の位置 (N 2) に第 2 電気負荷 (1 5 , 1 6) が接続される電源システムに適用される電源制御装置 (3 0) であって、

前記複数の蓄電手段の電気残容量をそれぞれ取得する容量取得部と、

前記複数の蓄電手段が並列状態である場合に、前記容量取得部により取得した各蓄電手段の電気残容量に基づいて、前記各蓄電手段に通じる電気経路に存在している抵抗可変部の抵抗値を調整して前記蓄電手段ごとに充放電電流を制御する電流制御部と、

を備え、

前記電流制御部は、前記複数の蓄電手段が並列状態である場合に、前記複数の蓄電手段の充電時であれば、前記複数の蓄電手段のうち前記第 2 電気負荷の側に接続された蓄電手段の電気経路の抵抗値を大きくして充電電流を制御し、前記複数の蓄電手段の放電時であれば、前記複数の蓄電手段のうち前記第 1 電気負荷の側に接続された蓄電手段の電気経路

10

20

30

40

50

の抵抗値を大きくして放電電流を制御する電源制御装置。

【請求項 6】

前記複数の蓄電手段に対して発電電力を供給する発電手段（16）を備える電源システムに適用され、

前記電流制御部は、前記複数の蓄電手段が並列状態であり、かつ前記発電手段の発電が行われる場合に、前記電気残容量が大きい側の大容量の前記蓄電手段と前記電気残容量が小さい側の小容量の前記蓄電手段とのうち大容量の蓄電手段の通電経路における抵抗値を、小容量の蓄電手段の通電経路における抵抗値よりも相対的に大きくして、前記各蓄電手段の充電電流を制御する請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 7】

前記複数の蓄電手段からの供給電力により駆動される電気負荷（14）を備える電源システムに適用され、

前記電流制御部は、前記複数の蓄電手段が並列状態であり、かつ前記電気負荷への電力供給が行われる場合に、前記電気残容量が小さい側の小容量の前記蓄電手段と前記電気残容量が大きい側の大容量の前記蓄電手段とのうち小容量の蓄電手段の通電経路における抵抗値を、大容量の蓄電手段の通電経路における抵抗値よりも相対的に大きくして、前記各蓄電手段の放電電流を制御する請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 8】

前記電流制御部は、前記複数の蓄電手段が並列接続された状態において、前記抵抗可変部の抵抗値を大きくする側に変更することによって、前記蓄電手段の充放電電流を制御する請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 9】

前記複数の蓄電手段の充放電電流をそれぞれ取得する電流取得部を備え、

前記電流制御部は、前記複数の蓄電手段のうち充放電電流が所定値よりも大きい蓄電手段においては、前記抵抗値を大きくする側への変更を禁止する請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 10】

前記複数の蓄電手段の充放電電流をそれぞれ取得する電流取得部を備え、

前記電流制御部は、前記複数の蓄電手段に流れる各充放電電流に基づいて、前記抵抗可変部の抵抗値を設定する請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 11】

前記抵抗可変部は、半導体スイッチング素子により構成されており、

前記電流制御部は、前記半導体スイッチング素子のオン状態での抵抗値を調整するものである請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 12】

前記電流制御部は、前記複数の蓄電手段が並列状態である場合に、前記スイッチ手段を前記抵抗可変部として用い、そのスイッチ手段の抵抗値を調整して前記蓄電手段ごとに充放電電流を制御する請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 13】

前記スイッチ手段は、半導体スイッチング素子により構成されており、

前記電流制御部は、前記半導体スイッチング素子のオン状態での抵抗値を調整するものである請求項 1 2 に記載の電源制御装置。

【請求項 14】

前記電流制御部は、デジタルアナログ制御又は PWM 制御により前記半導体スイッチング素子の抵抗値を調整する請求項 1 1 又は 1 3 に記載の電源制御装置。

【請求項 15】

前記複数の蓄電手段における前記電気残容量の差分が所定値よりも小さいか否かを判定する判定部と、

前記複数の蓄電手段における前記電気残容量の差分が所定値よりも小さいと判定された場合に、前記複数の蓄電手段を前記並列状態から前記直列状態に移行させることを許可す

10

20

30

40

50

る切替制御部と、
を備える請求項 1 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置と、
前記複数の蓄電手段と、
前記切替部と、
を備える電源システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の蓄電手段を備える電源システムに適用される電源制御装置、及び電源システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、複数の蓄電池を備える電源装置において、エンジン運転状態に応じて、複数の蓄電池を並列接続した状態と直列接続した状態とを切り替えるようにした技術が知られている（例えば特許文献 1 参照）。具体的には、エンジン自動始動システムにおいて、エンジン運転中は、接続切替手段としてのリレーにより各蓄電池を並列接続の状態にして、発電機により各蓄電池を充電する。また、エンジン自動停止後の再始動時には、リレーにより各蓄電池を直列接続の状態に切り替え、始動機への給電を実施する。そして上記構成により、エンジン始動を円滑にし、かつ蓄電池が劣化することを抑制することができるとして

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 1 5 5 9 6 8 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、上記のように複数の蓄電池の並列接続と直列接続との切り替えを可能にするシステムでは、複数の蓄電池に通じる各通電経路上にそれぞれリレーやスイッチ等の接続切替手段が設けられていること、直列 / 並列状態で通電経路上のリレーやスイッチ等の個数に違いが生じることにより、各蓄電池で通電経路の抵抗値に違いが生じる。そのため、複数の蓄電池に流れる充放電電流に差違が生じ、結果として各蓄電池で電気残容量（SOC）にばらつきが生じる。そして、各蓄電池で SOC ばらつきが生じると、充電時には高 SOC の蓄電池により充電が制約される一方、放電時には低 SOC の蓄電池により放電が制約されることになり、各蓄電池の使用領域を十分に活用することができないといった不都合を招来する。

【0005】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その主たる目的は、各蓄電手段での容量ばらつきを抑制し、ひいては各蓄電手段において適正な充放電を行わせることができる電源制御装置、及び電源システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の電源制御装置は、複数の蓄電手段（1 2 , 1 3 ）と、前記各蓄電手段に通じる電気経路に設けられた複数のスイッチ手段（2 1 ~ 2 5 ）を含み、前記複数の蓄電手段について互いに並列接続された並列状態と互いに直列接続された直列状態とを切り替える切替部と、を備える電源システムに適用される。そして、電源制御装置は、前記複数の蓄電手段の電気残容量をそれぞれ取得する容量取得部と、前記複数の蓄電手段が並列状態である場合に、前記容量取得部により取得した各蓄電手段の電気残容量に基づいて、前記各蓄

10

20

30

40

50

電手段に通じる電気経路に存在している抵抗可変部の抵抗値を調整して前記蓄電手段ごとに充放電電流を制御する電流制御部と、を備えることを特徴とする。

【0007】

複数の蓄電手段を備え、複数のスイッチ手段のオンオフにより各蓄電手段の並列接続と直列接続との切り替えを可能とする電源システムでは、蓄電手段間のSOC（電気残容量）のばらつきが問題になると考えられる。この点、上記構成では、複数の蓄電手段が並列状態である場合に、各蓄電手段の電気残容量に基づいて、各蓄電手段に通じる電気経路に存在している抵抗可変部の抵抗値を調整して蓄電手段ごとに充放電電流を制御するようにした。この場合、蓄電手段ごとに充放電電流の大きさが調整され、各蓄電手段の電気残容量の合わせ込みが可能となる。その結果、各蓄電手段での容量ばらつきを抑制し、ひいては各蓄電手段において適正な充放電を行わせることができる。

10

【0008】

なお、複数の蓄電手段（例えばリチウムイオン蓄電池）の直並列の切り替えが行われる構成としては、直並列切り替え可能な2つ以上の蓄電手段を有する構成であればよく、例えば3つ以上の蓄電手段を備える電源システムにおいて、そのうち少なくとも2つの蓄電手段について直並列の切り替えが行われる構成も含まれる。

【0009】

蓄電手段の電気残容量は、蓄電手段に蓄積可能な全電気容量のうち残存している電気を示すものであってもよいし、蓄電手段において検出誤差や冗長使用領域、劣化用マージン等を除いた使用可能領域のうち残存している電気を示すものであってもよい。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1実施形態における電源システムを示す電気回路図。

【図2】スイッチの具体的構成を示す図。

【図3】（a）は各リチウムイオン蓄電池を並列接続した状態を示す図、（b）は各リチウムイオン蓄電池を直列接続した状態を示す図。

【図4】（a）は並列充電時の電流の流れを示す図、（b）は並列放電時の電流の流れを示す図。

【図5】直列放電時の電流の流れを示す図。

【図6】ゲート電圧とドレインソース間抵抗との関係を示す図。

30

【図7】リチウムイオン蓄電池の接続状態と充放電電流とを制御する処理手順を示すフローチャート。

【図8】図7に続く処理手順を示すフローチャート。

【図9】SOC差とスイッチ抵抗値との関係を示す図。

【図10】第2実施形態における電源システムを示す電気回路図。

【図11】各リチウムイオン蓄電池を並列接続した状態を示す図。

【図12】リチウムイオン蓄電池の接続状態と充放電電流とを制御する処理手順を示すフローチャート。

【図13】図12に続く処理手順を示すフローチャート。

【図14】別の構成の電源システムを示す電気回路図。

40

【発明を実施するための形態】

【0011】

（第1実施形態）

以下、本発明を具体化した実施形態を図面に基いて説明する。本実施形態では、エンジン（内燃機関）を駆動源として走行する車両において当該車両の各種機器に電力を供給する車載電源装置を具体化するものとしている。また、本電源システムは、蓄電装置として、鉛蓄電池を有してなる第1蓄電装置と、複数のリチウムイオン蓄電池を有してなる第2蓄電装置とを備える、いわゆる2電源システムとなっている。

【0012】

図1に示すように、本電源システムは、鉛蓄電池11と2つのリチウムイオン蓄電池1

50

2, 13とを有しており、各蓄電池11～13からは各種の電気負荷14, 15と回転電機16への給電が可能となっている。また、各蓄電池11～13に対しては回転電機16による充電が可能となっている。

【0013】

鉛蓄電池11は周知の汎用蓄電池である。これに対し、リチウムイオン蓄電池12, 13は、鉛蓄電池11に比べて、充放電における電力損失が少なく、出力密度、及びエネルギー密度の高い高密度蓄電池である。リチウムイオン蓄電池12, 13は、鉛蓄電池11に比べて充放電時のエネルギー効率が低い蓄電池であるといよい。また、リチウムイオン蓄電池12, 13は、それぞれ複数の単電池を有してなる組電池として構成されている。これら各蓄電池11～13の定格電圧はいずれも同じであり、例えば12Vである。

10

【0014】

図示による詳細な説明は割愛するが、2つのリチウムイオン蓄電池12, 13は、収容ケースに収容されて一体の電池ユニットUとして構成されている。電池ユニットUは、2つの出力端子P1, P2を有しており、このうち出力端子P1に鉛蓄電池11と電気負荷14とが接続され、出力端子P2に電気負荷15と回転電機16とが接続されている。

【0015】

出力端子P1に接続される電気負荷14は、鉛蓄電池11又はリチウムイオン蓄電池12, 13からの12V給電に基づいて駆動される12V系負荷である。その電気負荷14には、供給電力の電圧が一定又は少なくとも所定範囲内で変動するよう安定であることが要求される定電圧要求負荷と、定電圧要求負荷以外の一般的な電気負荷とが含まれている。定電圧要求負荷は被保護負荷であって、電源失陥が許容されない負荷である。定電圧要求負荷の具体例としては、ナビゲーション装置やオーディオ装置、メータ装置、エンジンECU等の各種ECUが挙げられる。この場合、供給電力の電圧変動が抑えられることで、上記各装置において不要なリセット等が生じることが抑制され、安定動作が実現可能となっている。また、一般的な電気負荷の具体例としては、ヘッドライト等のランプ類やワイパ装置、電動ポンプが挙げられる。

20

【0016】

また、電気負荷15は、例えば車両走行時において一時的に大きな駆動力が要求される、すなわち高電力要求が生じることがある高電圧系の負荷である。具体例としては、電動ステアリング装置が挙げられる。なお、出力端子P1に接続される電気負荷14が低電圧電気負荷に相当し、出力端子P2に接続される電気負荷15及び回転電機16が高電圧電気負荷に相当する。

30

【0017】

回転電機16の回転軸は、図示しないエンジン出力軸に対してベルト等により駆動連結されており、エンジン出力軸の回転によって回転電機16の回転軸が回転する一方、回転電機16の回転軸の回転によってエンジン出力軸が回転する。回転電機16は、MG (Motor Generator) であり、エンジン出力軸や車軸の回転により発電 (回生発電) を行う発電機能と、エンジン出力軸に回転力を付与する力行機能とを備えている。回転電機16は、一体又は別体に設けられた電力変換装置としてのインバータにより、発電時の発電電流の調整や力行駆動時のトルク調整が行われるものとなっている。回転電機16の駆動により、エンジンの始動やトルクアシストが行われる。回転電機16は、エンジン出力軸に対して動力を付加する観点から言えば電気負荷であり、しかも電気負荷14との比較で言えば高電力 / 高電流負荷である。

40

【0018】

電気負荷15と回転電機16の間にはスイッチ17が設けられており、そのスイッチ17のオンオフにより、各蓄電池11～13や回転電機16と電気負荷15とが電氣的に接続又は遮断されるようになっている。

【0019】

次に、電池ユニットUにおける電氣的構成を説明する。本実施形態では、2つのリチウムイオン蓄電池12, 13について並列接続の状態と直列接続の状態との切り替えを可能

50

としており、その点について詳しく説明する。

【0020】

電池ユニットUでは、出力端子P1、P2の間の電気経路L1にスイッチ21、22が直列に設けられている。なお、電気経路L1は、本システムにおいて鉛蓄電池11に対して電気負荷14、15や回転電機16が接続される通電経路の一部でもある。そして、スイッチ21、22の間の第1点N1にリチウムイオン蓄電池12の+端子(正極端子)が接続され、スイッチ22と出力端子P2との第2点N2にリチウムイオン蓄電池13の+端子が接続されている。また、各リチウムイオン蓄電池12、13の-端子(負極端子)とグランドとの間には、それぞれスイッチ23、24が設けられている。さらに、第1点N1は、リチウムイオン蓄電池13の-端子とスイッチ24との間の第3点N3に接続されており、その接続経路にスイッチ25が設けられている。スイッチ21~25が「切替部」に相当する。

10

【0021】

上記の各スイッチ21~25は、MOSFET、IGBT、バイポーラトランジスタ等の半導体スイッチング素子により構成されている。本実施形態では、各スイッチ21~25がMOSFETにより構成されており、所定のゲート電圧の印加に応じてスイッチ21~25のオンオフが切り替えられる。

【0022】

なお、図2に示すように、各スイッチ21~25をそれぞれ2つ一組のMOSFETを有する構成とし、各一組のMOSFETの寄生ダイオードが互いに逆向きになるように直列に接続されているとよい。この互いに逆向きの寄生ダイオードによって、各スイッチ21~25をオフ状態とした場合にそのスイッチが設けられた経路に流れる電流が完全に遮断される。ただし、各スイッチ21~25において半導体スイッチング素子を用いた構成は任意でよく、例えばMOSFETの寄生ダイオードが互いに逆向きに配置されていない構成であってもよい。

20

【0023】

そして、これら各スイッチ21~25のオンオフを適宜切り替えることにより、各リチウムイオン蓄電池12、13が並列接続された状態と、各リチウムイオン蓄電池12、13が直列接続された状態とが切り替えられるようになっている。

【0024】

図3において(a)には、各リチウムイオン蓄電池12、13を並列接続した状態を示し、(b)には各リチウムイオン蓄電池12、13を直列接続した状態を示している。図3では、理解を容易にするために、スイッチ21~25についてオン状態のスイッチのみを示し、オフ状態のスイッチの図示を省略している。図3(a)に示された通電経路が「並列通電経路」であり、図3(b)に示された通電経路が「直列通電経路」である。なお、スイッチ17は、並列状態ではオフされ、直列状態では必要に応じてオンされるようになっている。

30

【0025】

図3(a)では、各スイッチ21~25のうちスイッチ21~24がオン、スイッチ25がオフされており、かかる状態では、リチウムイオン蓄電池12、13が並列の関係となっている。この場合、出力端子P1、P2の出力電圧はいずれも概ね12Vとなっている。並列接続状態では、P1側の電気負荷14に対して並列に鉛蓄電池11及びリチウムイオン蓄電池12、13が接続されるとともに、P2側の回転電機16に対して並列に鉛蓄電池11及びリチウムイオン蓄電池12、13が接続されている。並列接続状態では、各リチウムイオン蓄電池12、13の正極どうしを接続する経路上の中間位置(第1点N1)に電気負荷14が接続されるようになっている。

40

【0026】

また、図3(b)では、各スイッチ21~25のうちスイッチ21、23、25がオン、スイッチ22、24がオフされており、かかる状態では、リチウムイオン蓄電池12、13が直列の関係となっている。この場合、出力端子P1の出力電圧は概ね12V、出力

50

端子 P 2 の出力電圧は概ね 2 4 V となっている。直列接続状態では、P 1 側の電気負荷 1 4 に対して並列に鉛蓄電池 1 1 及びリチウムイオン蓄電池 1 2 が接続されている。また、P 2 側の回転電機 1 6 に対して直列にリチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が接続されている。直列接続状態では、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 のうち高電圧側の蓄電池 1 3 の正極側の位置 (第 2 点 N 2) に回転電機 1 6 が接続されるようになっている。

【 0 0 2 7 】

回転電機 1 6 は、電源電圧を 1 2 V とする 1 2 V 力行駆動と、電源電圧を 2 4 V とする 2 4 V 力行駆動とが可能になっており、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が並列接続された状態では回転電機 1 6 が 1 2 V 駆動され、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が直列接続された状態では回転電機 1 6 が 2 4 V 駆動される。出力端子 P 2 に接続された電気負荷 1 5 は、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が直列接続された状態で 2 4 V 駆動される。

10

【 0 0 2 8 】

また、図 1 において、電池ユニット U は、電池制御手段を構成する制御部 3 0 を有している。制御部 3 0 は、電池ユニット U 内の各スイッチ 2 1 ~ 2 5 のオンオフ (開閉) の切り替えを実施する。この場合、制御部 3 0 は、車両の走行状態や各蓄電池 1 1 ~ 1 3 の蓄電状態に基づいて、各スイッチ 2 1 ~ 2 5 のオンオフを制御する。これにより、鉛蓄電池 1 1 とリチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 とを選択的に用いて充放電が実施される。各蓄電池 1 1 , 1 2 の蓄電状態に基づく充放電制御について簡単に説明する。なお、図示は省略するが、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 には、蓄電池ごとに端子電圧を検出する電圧センサと、蓄電池ごとに通電電流を検出する電流センサとがそれぞれ設けられており、それら各センサの検出結果は制御部 3 0 に入力される。

20

【 0 0 2 9 】

制御部 3 0 は、鉛蓄電池 1 1 及びリチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の端子電圧の検出値を逐次取得するとともに、鉛蓄電池 1 1 、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の通電電流を逐次取得する。そして、これらの取得値に基づいて、鉛蓄電池 1 1 、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の O C V (開放電圧 : Open Circuit Voltage) や S O C (残存容量 : State Of Charge) を算出するとともに、その O C V や S O C が所定の使用範囲内に保持されるようにリチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 への充電量及び放電量を制御する。

【 0 0 3 0 】

また、電池ユニット U では、車両へのメイン電源の投入後において、基本的には各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が並列状態とされ、出力端子 P 2 側における負荷駆動要求や回転電機 1 6 に対する高電圧発電の要求に応じて、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が直列状態に切り替えられるようになっている。この場合、制御部 3 0 は、例えば電動ステアリング装置 (電気負荷 1 5) の駆動要求や、回転電機 1 6 によるトルクアシスト要求に基づいて、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 を一時的に並列状態から直列状態に切り替える制御を実施する。

30

【 0 0 3 1 】

制御部 3 0 には E C U 4 0 が接続されている。制御部 3 0 及び E C U 4 0 は、C A N 等の通信ネットワークにより接続されて相互に通信可能となっており、制御部 3 0 及び E C U 4 0 に記憶される各種データが互いに共有できるものとなっている。E C U 4 0 は、車両のアイドリングストップ制御を実施する機能を有する電子制御装置である。アイドリングストップ制御は、周知のとおり所定の自動停止条件の成立によりエンジンを自動停止させ、かつその自動停止状態で所定の再始動条件の成立によりエンジンを再始動させるものである。車両においては、アイドリングストップ制御の自動再始動時に回転電機 1 6 によりエンジンが始動されるようになっている。

40

【 0 0 3 2 】

次に、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が並列接続された状態で回転電機 1 6 からの充電が行われる並列充電時と、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が並列接続された状態で電気負荷 1 4 への放電が行われる並列放電時とについて説明する。図 4 (a) には、並列充電時の電流の流れを示し、(b) には、並列放電時の電流の流れを示している。

50

【 0 0 3 3 】

図 4 (a) の並列充電時には、回転電機 1 6 から発電電流が出力され、その発電電流により鉛蓄電池 1 1 及び各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の充電や、電気負荷 1 4 への給電が行われる。このとき、電池ユニット U において、リチウムイオン蓄電池 1 2 の充電経路にはスイッチ 2 2 , 2 3 が存在しており、そのスイッチ 2 2 , 2 3 を含む経路抵抗に応じて充電電流 I_{in1} が流れる。また、リチウムイオン蓄電池 1 3 への充電経路にはスイッチ 2 4 が存在しており、そのスイッチ 2 4 を含む経路抵抗に応じて充電電流 I_{in2} が流れる。充電電流 I_{in1} , I_{in2} を比べると、 $I_{in1} < I_{in2}$ となり、特に経路抵抗の違いから「 $I_{in1} < I_{in2}$ 」になることが想定される。

【 0 0 3 4 】

また、図 4 (b) の並列放電時には、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 から電気負荷 1 4 への給電が行われる。このとき、リチウムイオン蓄電池 1 2 から電気負荷 1 4 への放電経路にはスイッチ 2 1 , 2 3 が存在しており、そのスイッチ 2 1 , 2 3 を含む経路抵抗に応じて放電電流 I_{out1} が流れる。また、リチウムイオン蓄電池 1 3 から電気負荷 1 4 への放電経路にはスイッチ 2 1 , 2 2 , 2 4 が存在しており、そのスイッチ 2 1 , 2 2 , 2 4 を含む経路抵抗に応じて放電電流 I_{out2} が流れる。放電電流 I_{out1} , I_{out2} を比べると、 $I_{out1} > I_{out2}$ となり、特に経路抵抗の違いから「 $I_{out1} > I_{out2}$ 」になることが想定される。

【 0 0 3 5 】

上記のとおり各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の並列状態下では、それら各蓄電池 1 2 , 1 3 に流れる電流の大きさが相違する。そのため、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 において SOC (電気容量) にばらつきが生じることが懸念される。この点についてさらに補足する。上記図 4 (a) の並列充電状態では、経路抵抗の違いから「 $I_{in1} < I_{in2}$ 」になる一方、上記図 4 (b) の並列放電状態では、経路抵抗の違いから「 $I_{out1} > I_{out2}$ 」になり、こうした電流の差からリチウムイオン蓄電池 1 3 の方がリチウムイオン蓄電池 1 2 よりも高 SOC になることが想定されるが、その状態から直列接続状態 (図 3 (b) 参照) に移行すると、各蓄電池 1 2 , 1 3 の SOC の差がより大きくなると考えられる。

【 0 0 3 6 】

つまり、直列放電状態では、図 5 に示すように、リチウムイオン蓄電池 1 3 は、電気負荷 1 5 や回転電機 1 6 を放電対象として放電を行うのに対し、リチウムイオン蓄電池 1 2 は、電気負荷 1 5 や回転電機 1 6 に加え、電気負荷 1 4 を放電対象として放電を行う。ゆえにリチウムイオン蓄電池 1 2 の放電電流 I_{out1} が、リチウムイオン蓄電池 1 3 の放電電流 I_{out2} よりも大きくなり、これにより各蓄電池 1 2 , 1 3 の SOC 差がさらに大きくなる。各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 で SOC のばらつきが生じると、それら各蓄電池 1 2 , 1 3 の使用領域を十分に活用することができないといった不都合を招来する。

【 0 0 3 7 】

そこで本実施形態では、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の SOC をそれぞれ取得するとともに、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が並列接続された状態である場合に、それら各蓄電池 1 2 , 1 3 の SOC に基づいて、各スイッチ 2 1 ~ 2 5 の抵抗値を調整して蓄電池 1 2 , 1 3 ごとに充放電電流を制御することとしている。なお、制御部 3 0 が「容量取得部」、「電流制御部」に相当する。

【 0 0 3 8 】

以下に、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の並列充電時と並列放電時における各蓄電池 1 2 , 1 3 の電流制御について説明する。ここでは、図 4 (a) 、 (b) においてリチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の各 SOC である SOC 1 , SOC 2 が相違しており、 $SOC1 < SOC2$ となっている状態を想定している。スイッチ 2 3 , 2 4 の抵抗値はそれぞれ $R1$, $R2$ である。

【 0 0 3 9 】

(A) 並列充電時

図4(a)に示す並列充電状態下でSOC1 < SOC2である場合には、高SOC側のリチウムイオン蓄電池13の通電経路に設けられたスイッチ24について抵抗値R2を増加させる。詳しくは、各蓄電池12, 13のSOC差(|SOC1 - SOC2|)に基づいて、スイッチ24のゲート電圧Vgを制御して抵抗値R2を調整する。この場合、図6に示すゲート電圧Vgとドレインソース間抵抗との関係を用い、ゲート電圧Vgの制御によりドレインソース間抵抗を調整することで、スイッチ24の抵抗値R2、ひいてはリチウムイオン蓄電池13側の経路抵抗値を変更する。図6では、通常オン状態の抵抗値Rminを基準に、ゲート電圧Vgを低下させることでドレインソース間抵抗が増加する関係が定められており、スイッチ抵抗値(ドレインソース間抵抗)がRminよりも大きくする側に可変設定される。

10

【0040】

スイッチ24の抵抗値R2を大きくすることで、リチウムイオン蓄電池13に流れる充電電流Iin2が低減され、低SOC側のリチウムイオン蓄電池12への充電が促される。つまり、高SOC側のリチウムイオン蓄電池13の経路抵抗値が、低SOC側のリチウムイオン蓄電池12の経路抵抗値よりも相対的に大きくされ、蓄電池12, 13ごとに充電電流が制御される。これにより、各リチウムイオン蓄電池12, 13のSOC差の低減が可能となる。

【0041】

(B) 並列放電時

20

図4(b)に示す並列放電状態下でSOC1 < SOC2である場合には、低SOC側のリチウムイオン蓄電池12の通電経路に設けられたスイッチ23について抵抗値R1を増加させる。詳しくは、各蓄電池12, 13のSOC差(|SOC1 - SOC2|)に基づいて、スイッチ23のゲート電圧Vgを制御して抵抗値R1を調整する。この場合、図6の関係を用い、ゲート電圧Vgの制御によりドレインソース間抵抗を調整することで、スイッチ23の抵抗値R1、ひいてはリチウムイオン蓄電池12側の経路抵抗値を変更する。

【0042】

スイッチ23の抵抗値R1を大きくすることで、リチウムイオン蓄電池12に流れる放電電流Iout1が低減され、高SOC側のリチウムイオン蓄電池12での放電が促される。つまり、低SOC側のリチウムイオン蓄電池12の経路抵抗値が、高SOC側のリチウムイオン蓄電池13の経路抵抗値よりも相対的に大きくされ、蓄電池12, 13ごとに放電電流が制御される。これにより、各リチウムイオン蓄電池12, 13のSOC差の低減が可能となる。

30

【0043】

図7及び図8は、各リチウムイオン蓄電池12, 13の接続状態と充放電電流とを制御する処理手順を示すフローチャートであり、本処理は制御部30により所定周期で繰り返し実施される。

【0044】

図7において、ステップS11では、各リチウムイオン蓄電池12, 13のSOCをそれぞれ取得し、続くステップS12では、各リチウムイオン蓄電池12, 13のSOC差を算出する。その後、ステップS13では、各リチウムイオン蓄電池12, 13の通電電流値を取得する。ステップS14では、電池ユニットUが充電状態であるか否かを判定し、充電状態であればステップS15に進み、充電状態でなく放電状態であれば図8のステップS31に進む。なお、ステップS14では、負荷給電量よりも回転電機16の発電量が多い場合に充電状態であると判定され、負荷給電量の方が回転電機16の発電量よりも多い場合に放電状態であると判定される。ただし、回転電機16が発電状態にあるか否かにより、充電状態であるか否かを判定してもよい。

40

【0045】

ステップS15では、各リチウムイオン蓄電池12, 13が並列状態であるか否かを判

50

定し、並列状態である場合に後続のステップS 1 6に進む。ステップS 1 6では、リチウムイオン蓄電池1 2, 1 3について並列状態から直列状態への切り替え要求が生じたか否かを判定する。そして、切り替え要求が生じていなければ、ステップS 1 7に進み、各リチウムイオン蓄電池1 2, 1 3の通電経路における抵抗値の調整処理を実施する。

【0046】

詳しくは、ステップS 1 7では、各リチウムイオン蓄電池1 2, 1 3のSOC差に基づいて、各蓄電池1 2, 1 3の通電経路において抵抗調整対象となるスイッチを決定する。このとき、各リチウムイオン蓄電池1 2, 1 3のSOCに差が生じている場合に、高SOC側蓄電池の通電経路におけるスイッチを抵抗調整対象とする。

【0047】

また、続くステップS 1 8では、各蓄電池1 2, 1 3の通電経路における抵抗値の調整を実施する場合に、抵抗値調整を実施する対象経路に流れる通電電流値が所定値よりも小さいか否かを判定する。ステップS 1 8がYESであれば後続のステップS 1 9に進み、ステップS 1 8がNOであればそのまま本処理を終了する。

【0048】

ステップS 1 9では、調整対象のスイッチについて抵抗値の調整を実施する。このとき、SOC差に基づいてゲート電圧制御を実施し、調整対象のスイッチについてオン状態での抵抗値を大きくする側に変更する。例えば、図9の関係をを用い、SOC差に応じてスイッチ抵抗値を設定する。図9では、SOC差が所定値Th 1未満であれば、スイッチ抵抗値を最小抵抗値Rminとし、SOC差が所定値Th 1以上であれば、SOC差に応じてスイッチ抵抗値を可変とする関係が定められている。また、図9の関係によれば、各リチウムイオン蓄電池1 2, 1 3に流れる電流の大きさに応じてスイッチ抵抗値が設定されるようになっている。具体的には、通電電流値が大きいと抵抗部でのエネルギーロスが大きくなることを加味し、通電電流値が大きいほど、スイッチ抵抗値が小さい値に設定されるようになっている。これにより、仮にSOC差に応じてスイッチ抵抗値がRminよりも大きい値とされる場合にあっては、通電電流値が大きければ、その分、抵抗値が減補正されることとなる。なお、制御部30は、デジタルアナログ制御又はPWM制御によりスイッチ抵抗値を調整する(後述のステップS 35も同様)。

【0049】

また、ステップS 1 6において並列状態から直列状態への切り替え要求が生じたと判定された場合には、ステップS 20に進み、各リチウムイオン蓄電池1 2, 1 3のSOC差が所定値よりも小さいか否かを判定する。そして、SOC差が小さければ、ステップS 21に進み、並列状態から直列状態への切り替えを実施する。また、SOC差が大きければ、ステップS 17に進み、上述した抵抗調整処理を実施する(ステップS 17~S 19)。

【0050】

また、ステップS 15で並列状態ではなく直列状態であると判定された場合には、ステップS 22に進み、リチウムイオン蓄電池1 2, 1 3について直列状態から並列状態への切り替え要求が生じたか否かを判定する。そして、切り替え要求が生じていれば、ステップS 23に進み、直列状態から並列状態への切り替えを実施する。また、切り替え要求が生じていなければそのまま本処理を終了する。

【0051】

一方、ステップS 14で充電状態ではなく放電状態であると判定された場合、図8のステップS 31では、各リチウムイオン蓄電池1 2, 1 3が並列状態であるか否かを判定し、並列状態である場合に後続のステップS 32に進む。ステップS 32では、リチウムイオン蓄電池1 2, 1 3について並列状態から直列状態への切り替え要求が生じたか否かを判定する。そして、切り替え要求が生じていなければ、ステップS 33に進み、各リチウムイオン蓄電池1 2, 1 3の通電経路における抵抗値の調整処理を実施する。

【0052】

詳しくは、ステップS 33では、各リチウムイオン蓄電池1 2, 1 3のSOC差に基づ

10

20

30

40

50

いて、各蓄電池 1 2 , 1 3 の通電経路において抵抗調整対象となるスイッチを決定する。このとき、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の SOC に差が生じている場合に、低 SOC 側蓄電池の通電経路におけるスイッチを抵抗調整対象とする。

【 0 0 5 3 】

また、続くステップ S 3 4 では、各蓄電池 1 2 , 1 3 の通電経路における抵抗値の調整を実施する場合に、抵抗値調整を実施する対象経路に流れる通電電流値が所定値よりも小さいか否かを判定する。ステップ S 3 4 が YES であれば後続のステップ S 3 5 に進み、ステップ S 3 4 が NO であればそのまま本処理を終了する。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 3 5 では、調整対象のスイッチについて抵抗値の調整を実施する。このとき、SOC 差に基づいてゲート電圧制御を実施し、調整対象のスイッチについてオン状態での抵抗値を大きくする側に変更する。スイッチ抵抗値の設定は、上述のステップ S 1 9 と同様に、図 9 の関係を用いて行われるとよい。

【 0 0 5 5 】

また、ステップ S 3 2 において並列状態から直列状態への切り替え要求が生じたと判定された場合には、ステップ S 3 6 に進み、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の SOC 差が所定値よりも小さいか否かを判定する。そして、SOC 差が小さければ、ステップ S 3 7 に進み、並列状態から直列状態への切り替えを実施する。また、SOC 差が大きければ、ステップ S 3 3 に進み、上述した抵抗調整処理を実施する（ステップ S 3 3 ~ S 3 5 ）。

【 0 0 5 6 】

また、ステップ S 3 1 で並列状態でなく直列状態であると判定された場合には、ステップ S 3 8 に進み、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 について直列状態から並列状態への切り替え要求が生じたか否かを判定する。そして、切り替え要求が生じていれば、ステップ S 3 9 に進み、直列状態から並列状態への切り替えを実施する。また、切り替え要求が生じていなければそのまま本処理を終了する。

【 0 0 5 7 】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の優れた効果が得られる。

【 0 0 5 8 】

上記構成では、複数のリチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が並列接続された状態である場合に、各蓄電池 1 2 , 1 3 の SOC に基づいて、各蓄電池 1 2 , 1 3 に通じる電気経路に存在しているスイッチの抵抗値を調整して蓄電池 1 2 , 1 3 ごとに充放電電流を制御するようにした。この場合、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 ごとに充放電電流の大きさが調整され、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の SOC の合わせ込みが可能となる。その結果、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 での SOC ばらつきを抑制し、ひいては各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 において適正な充放電を行わせることができる。

【 0 0 5 9 】

また、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 において SOC が均等化できるため、一方の蓄電池のみが SOC 使用幅の上限又は下限付近となり、それにより電池ユニット U の充放電が制限されるといった不都合が抑制される。したがって、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 において SOC 上限から SOC 下限までを最大限利用することが可能となり、SOC の実使用範囲の拡張を実現できる。

【 0 0 6 0 】

各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 での SOC ばらつきが抑制されることにより、各蓄電池 1 2 , 1 3 間において容量自己調整により生じる過電流を抑制できる。これにより、電池ユニット U において各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 や各スイッチの保護を図ることができる。つまり、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 において SOC 差が過剰に大きくなると、蓄電池相互間で過電流が流れ、これが各部の故障要因となり得るが、こうした不都合が抑制される。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

並列状態の各リチウムイオン蓄電池 12, 13 が回転電機 16 の発電電力により充電される場合に、高 SOC のリチウムイオン蓄電池の通電経路における抵抗値を、低 SOC のリチウムイオン蓄電池の通電経路における抵抗値よりも相対的に大きくして、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の充電電流を制御する構成とした。この場合、高 SOC のリチウムイオン蓄電池側では、低 SOC のリチウムイオン蓄電池側に比べて充電電流が低電流に制限される。これにより、高 SOC のリチウムイオン蓄電池への充電が制限される。また、低 SOC のリチウムイオン蓄電池への充電が促進されるため、早期充電が可能となる。したがって、結果として各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の SOC のばらつきを解消することができる。

【0062】

10

並列状態の各リチウムイオン蓄電池 12, 13 から電気負荷 14 に放電される場合に、低 SOC のリチウムイオン蓄電池の通電経路における抵抗値を、高 SOC のリチウムイオン蓄電池の通電経路における抵抗値よりも相対的に大きくして、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の放電電流を制御する構成とした。この場合、低 SOC のリチウムイオン蓄電池側では、高 SOC のリチウムイオン蓄電池側に比べて放電電流が低電流に制限される。これにより、低 SOC のリチウムイオン蓄電池からの放電が制限され、結果として各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の SOC のばらつきを解消することができる。

【0063】

各リチウムイオン蓄電池 12, 13 に通じる通電経路の経路抵抗値を変更する場合に、それら各蓄電池 12, 13 の通電経路のスイッチ抵抗値（端子側に設けられたスイッチ 23, 24 の抵抗値）を、大きくする側に変更する構成とした。つまり、各スイッチ 23, 24 のフルオン状態の抵抗値（最小抵抗値 R_{min} ）に対して抵抗値を大きくする側に変更する構成とした。この場合、充放電電流が過剰に大きくなることを抑制しつつスイッチ抵抗値の変更を行うことができ、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の保護を図ることができる。また、スイッチ 23, 24 を MOSFET 等の半導体スイッチング素子により構成することを考えると、その半導体スイッチング素子のゲート電圧制御により容易に抵抗調整を実現できる。

20

【0064】

各リチウムイオン蓄電池 12, 13 での充放電電流が比較的大きい状態では、経路抵抗値を大きくすることにより抵抗分による電気エネルギーのロスが大きくなる。この点、充放電電流が所定値よりも大きいリチウムイオン蓄電池 12, 13 においては、経路抵抗値を大きくする側への変更を禁止する構成としたため、エネルギーロスの発生を抑制できる。

30

【0065】

また、こうして経路抵抗値の変更を禁止して充放電電流を制限することにより、通電経路上の抵抗による熱損失の低減が可能となる。したがって、車両システムとして高い燃費効果を得ることができる。

【0066】

各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の充放電電流に基づいて、抵抗値変更の対象となるスイッチの抵抗値を設定する構成としたため、抵抗値を大きくすることに起因して生じるエネルギーロスを加味して、抵抗値調整の制御を実施できる。この場合、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の充放電電流が比較的大きい場合には抵抗値を小さくしておき、充放電電流の減少に応じて抵抗値を大きくする。これにより、スイッチ抵抗によるエネルギーロスを極力低減できる。

40

【0067】

各リチウムイオン蓄電池 12, 13 が並列接続された状態である場合に、各蓄電池 12, 13 の直並列切り替え用のスイッチ 21 ~ 25 の抵抗値を調整し、リチウムイオン蓄電池 12, 13 ごとに充放電電流を制御する構成とした。この場合、各スイッチ 21 ~ 25 でオン抵抗が生じることを利用して、蓄電池 12, 13 ごとの充放電電流を制御することにより、構成の煩雑化を伴うことなく、所望のとおり各リチウムイオン蓄電池 12, 13 での SOC ばらつきを抑制できる。

50

【 0 0 6 8 】

スイッチ 2 1 ~ 2 5 を半導体スイッチング素子により構成したため、M O S F E T のゲート電圧制御等により、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 ごとの充放電電流の調整を簡易に実施できる。

【 0 0 6 9 】

スイッチ 2 1 ~ 2 5 として半導体スイッチング素子を用いたことにより、接点切替式のスイッチ（いわゆるメカスイッチ）を用いる場合に比べて、動作信頼性の高いシステムを構築できる。また、半導体スイッチング素子では、メカスイッチに比べて抵抗値を小さくすることができるため、通電経路での損失を低減することができる。

【 0 0 7 0 】

各スイッチ 2 1 ~ 2 5 として、2 つ一組の M O S F E T を用い、それら各 M O S F E T の寄生ダイオードが互いに逆向きになるように直列に接続される構成を採用した。これにより、各スイッチ 2 1 ~ 2 5 をオフする際において通電経路に流れる電流を好適に遮断することができる。

【 0 0 7 1 】

抵抗値調整対象の各スイッチ 2 1 ~ 2 5 についてデジタルアナログ制御又は P W M 制御によりゲート電圧制御を実施する構成とした。これにより、所望とする抵抗値の調整を容易に実施することができる。P W M 制御では、理論的にはデューティオフの時は電流による損失がゼロとなるため、高効率のシステムを実現できる。

【 0 0 7 2 】

また、電池ユニット U の基本機能として具備されている直並列切り替え用のスイッチと、その切り替え制御を行う制御部 3 0 とを用いて経路抵抗値の制御を行うことで、ユニット基本構成に対して何ら素子等の追加を行うことなく、所望の抵抗値の調整処理を実現できる。

【 0 0 7 3 】

各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 における S O C 差が所定値よりも小さいと判定された場合に、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 を並列状態から直列状態に移行させることを許可する構成とした。この場合、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 における S O C 差が所定値よりも大きい状態では、並列状態での抵抗値調整の制御が継続的に実施され、S O C 差が小さくなった状態で並列状態から直列状態に移行される。したがって、直列状態への移行後において、S O C 差に起因する不都合の発生を抑制できる。

【 0 0 7 4 】

例えば、S O C 差が大きい状態では、回転電機 1 6 による充電時において高 S O C 側のリチウムイオン蓄電池が満充電状態になると、低 S O C 側のリチウムイオン蓄電池が満充電になっていなくても充電が停止され、一方のリチウムイオン蓄電池により他方のリチウムイオン蓄電池の充電が制限されるという不都合の発生が懸念される。これに対して、本実施形態の上記構成によれば、上記不都合を抑制できる。

【 0 0 7 5 】

また、並列状態から直列状態への移行時には、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の S O C 差が小さくなって S O C 平衡状態が維持されていることから、その移行直後において過電流が流れるといった不都合を抑制できる。

【 0 0 7 6 】

各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の直列接続状態で、各蓄電池 1 2 , 1 3 の中間位置（N 1 ）に電気負荷 1 4 が接続されるとともに、高電圧側の蓄電池 1 3 の正極側の位置（N 2 ）に回転電機 1 6 が接続されるシステムでは、各蓄電池 1 2 , 1 3 において各負荷への給電負担が相違し、S O C ばらつきが生じ易くなる。この点、並列状態での充電時に、回転電機 1 6 側のリチウムイオン蓄電池 1 3 の経路抵抗値を大きくして充電電流を制御し、並列状態での放電時に、電気負荷 1 4 側のリチウムイオン蓄電池 1 2 の経路抵抗値を大きくして放電電流を制御するようにした。これにより、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 での S O C ばらつきを好適に抑制できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 7 】

(第 2 実施形態)

以下に、第 2 実施形態について上述の第 1 実施形態と相違点を中心に説明する。本実施形態では、3つのリチウムイオン蓄電池を具備する構成としており、その3つのリチウムイオン蓄電池について直並列の切り替えが可能となっている。なお、4つ以上のリチウムイオン蓄電池を具備する構成も可能である。

【 0 0 7 8 】

図 1 0 では、図 1 との相違点として、電池ユニット U は、3つのリチウムイオン蓄電池 B 1 , B 2 , B 3 を有しており、リチウムイオン蓄電池の追加に伴い接続切り替えの回路が追加されている。電池ユニット U は、半導体スイッチング素子により構成されるスイッチ 5 1 ~ 5 8 を有している。各スイッチ 5 1 ~ 5 8 のオンオフにより、各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 の並列状態と直列状態とが切り替え可能となっている。上記構成では、出力端子 P 2 側の電気負荷 1 5 及び回転電機 1 6 に対して最大 3 6 V の電圧出力が可能となっている。

10

【 0 0 7 9 】

図 1 1 は、図 1 0 の電源システムにおいて、各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 を並列接続した状態を示している。なお図 1 1 では、オフ状態のスイッチ 5 7 , 5 8 の図示を省略している。以下の説明では、各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 の SOC をそれぞれ SOC 1 , SOC 2 , SOC 3 とし、これら各蓄電池 B 1 ~ B 3 の通電経路にそれぞれ設けられたスイッチ 5 4 ~ 5 6 の抵抗値を R 1 , R 2 , R 3 としている。

20

【 0 0 8 0 】

なお、図 1 0 の構成においては、少なくとも2つのリチウムイオン蓄電池について並列接続と直列接続との切り替えが可能であればよく、並列接続と直列接続とが混在する状態が許容されるものとなっている。

【 0 0 8 1 】

図 1 2 及び図 1 3 は、各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 の接続状態と充放電電流とを制御する処理手順を示すフローチャートであり、本処理は制御部 3 0 により所定周期で繰り返し実施される。図 1 2 及び図 1 3 の処理は、上述の図 7 及び図 8 の処理に書き換えて実施されるものであり、図 7 及び図 8 と同じ又は略同様の処理については同じステップ番号を付すとともに説明を適宜簡略化する。

30

【 0 0 8 2 】

図 1 2 において、ステップ S 1 1 では、各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 の SOC をそれぞれ取得し、続くステップ S 1 2 では、各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 の SOC 差を算出する。このとき、制御部 3 0 は、リチウムイオン蓄電池ごとに、以下のいずれかの手法にて SOC 差を算出する。

(1) リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 のうち2つの蓄電池の組み合わせでの SOC 差を算出する。

(2) SOC 平均値と各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 の SOC との SOC 差を算出する。

【 0 0 8 3 】

上記 (1) では、蓄電池 B x について、その SOC x から他の蓄電池 B y の SOC y を減算した時の SOC 差を「 SOC x y (= SOC x - SOC y) 」とした場合において、 SOC 1 2 , SOC 1 3 , SOC 2 1 , SOC 2 3 , SOC 3 1 , SOC 3 2 が算出される。例えば、 SOC 1 = 2 0 %、 SOC 2 = 3 0 %、 SOC 3 = 7 0 % である場合に、

40

SOC 1 2 = - 1 0 %、

SOC 1 3 = - 5 0 %、

SOC 2 1 = + 1 0 %、

SOC 2 3 = - 4 0 %、

SOC 3 1 = + 5 0 %、

50

$SOC_{32} = +40\%$ 、
として算出される。

【0084】

また、上記(2)では、蓄電池 B_x について、その SOC_x から各蓄電池の SOC 平均値 AVE を減算した時の SOC 差を「 $SOC_x (= SOC_x - AVE)$ 」とした場合において、 SOC_1 、 SOC_2 、 SOC_3 が算出される。例えば、 $SOC_1 = 20\%$ 、 $SOC_2 = 30\%$ 、 $SOC_3 = 70\%$ である場合に、

$SOC_1 = -20\%$ 、

$SOC_2 = -10\%$ 、

$SOC_3 = +30\%$ 、

として算出される。

【0085】

その後、電池ユニット U が充電状態であり、各リチウムイオン蓄電池 $B_1 \sim B_3$ が並列状態であり、かつ並列状態から直列状態への切り替え要求が生じていないと判定される場合($S14$ 、 $S15$ がYES、 $S16$ がNOの場合)には、ステップ $S41$ に進む。

【0086】

ステップ $S41$ では、リチウムイオン蓄電池 $B_1 \sim B_3$ の全てが充電状態になっているか否かを判定する。すなわち、各リチウムイオン蓄電池 $B_1 \sim B_3$ での相互のセルフバランスにより充電中の蓄電池と放電中の蓄電池とが混在している状況にあるか否かを判定する。このとき、各リチウムイオン蓄電池 $B_1 \sim B_3$ において通電電流の向きに基づいて、各蓄電池 $B_1 \sim B_3$ が充電状態か否かを判定するとよい。ステップ $S41$ がYESであれば後続のステップ $S42$ に進み、ステップ $S41$ がNOであればそのまま本処理を終了する。

【0087】

なお、ステップ $S41$ は、回転電機16の発電状態で、リチウムイオン蓄電池 $B_1 \sim B_3$ のうちいずれかの蓄電池に他の蓄電池から放電電流が流れていることを判定するものである。ステップ $S41$ が否定される場合、すなわち発電状態(電池ユニット U の充電状態)なのにいずれかの蓄電池で放電電流が流れていると判定される場合には、セルフバランス状態にあるとして、本処理がそのまま終了される。これにより、スイッチ抵抗値の調整(ステップ $S42$)が読み飛ばされる。

【0088】

ステップ $S42$ では、リチウムイオン蓄電池 $B_1 \sim B_3$ ごとに設けられたスイッチ $54 \sim 56$ の抵抗値を調整することで、各蓄電池 $B_1 \sim B_3$ の充電電流を個々に制御する。このとき、上記(1)の $SOC_{xy} (= SOC_x - SOC_y)$ 、又は上記(2)の $SOC_x (= SOC_x - AVE)$ に基づいて、各スイッチ $54 \sim 56$ の抵抗値を適宜調整する。

【0089】

具体的には、上記(1)の SOC_{xy} については、リチウムイオン蓄電池ごとに SOC_{xy} がマイナス値かプラス値かを特定する。そして、基本的に、マイナス値であれば、その SOC_{xy} に対応するリチウムイオン蓄電池を充電されやすい状態にすべく通路抵抗値の増加側の変更を実施せず(すなわち最小値で維持し)、プラス値であれば、その SOC_{xy} に対応するリチウムイオン蓄電池を充電されにくい状態にすべく通路抵抗値の増加側の変更を実施する。

【0090】

上記のとおり、リチウムイオン蓄電池 B_1 について「 $SOC_{12} = -10\%$ 、 $SOC_{13} = -50\%$ 」であり、リチウムイオン蓄電池 B_2 について「 $SOC_{21} = +10\%$ 、 $SOC_{23} = -40\%$ 」であり、リチウムイオン蓄電池 B_3 について「 $SOC_{31} = +50\%$ 、 $SOC_{32} = +40\%$ 」である場合を考える。かかる場合、リチウムイオン蓄電池 B_1 は、他の蓄電池との SOC 差がいずれも負であり、リチウムイオン蓄電池 B_2 は、他の蓄電池との SOC 差が正及び負であり、リチウムイオン蓄電池 B_3 は、他の

10

20

30

40

50

蓄電池とのSOC差がいずれも正である。そのため、リチウムイオン蓄電池B3 B2 B1の順で後者ほど充電量を大きくする必要があると考えられ、スイッチ54の抵抗値R1を維持し、スイッチ55の抵抗値R2を上げ幅R1で上げ、スイッチ56の抵抗値R3を上げ幅R2で上げる旨を決定する。上げ幅R1, R2は、SOC差の大きさに応じて個別に設定されるとよく、 $R1 < R2$ であるとよい。ただし、 $R1 = R2$ であってもよい。

【0091】

一方で、上記(2)のSOCxについては、リチウムイオン蓄電池ごとにSOCxがマイナス値かプラス値かを特定する。そして、基本的に、マイナス値であれば、そのSOCxに対応するリチウムイオン蓄電池を充電されやすい状態にすべく通路抵抗値の増加側の変更を実施せず(すなわち最小値で維持し)、プラス値であれば、そのSOCxに対応するリチウムイオン蓄電池を充電されにくい状態にすべく通路抵抗値の増加側の変更を実施する。

10

【0092】

上記のとおり、リチウムイオン蓄電池B1について「 $SOC1 = -20\%$ 」であり、リチウムイオン蓄電池B2について「 $SOC2 = -10\%$ 」であり、リチウムイオン蓄電池B3について「 $SOC3 = +30\%$ 」である場合を考える。かかる場合、上記(1)と同様に、リチウムイオン蓄電池B3 B2 B1の順で後者ほど充電量を大きくする必要があると考えられ、スイッチ54の抵抗値R1を維持し、スイッチ55の抵抗値R2を上げ幅R1で上げ、スイッチ56の抵抗値R3を上げ幅R2で上げる旨を決定する。なお、本例では、SOCxの正負だけでなく、平均値AVEに対する乖離度に応じた重み付けを行って、抵抗値の上げ幅を決定することとしている。

20

【0093】

また、ステップS42では、リチウムイオン蓄電池B1~B3ごとに流れている通電電流値に基づいて、各スイッチ54~56の目標抵抗値(すなわち各抵抗値R1~R3の上げ幅)を補正する。このとき、いずれかの蓄電池で所定値よりも大きい充電電流が流れている場合に、各スイッチ54~56の目標抵抗値(すなわち各抵抗値R1~R3の上げ幅)を減少側に補正する。充電電流が大きいほど、減少補正幅を大きくする構成であってもよい。

【0094】

30

上記のように各スイッチ54~56の目標抵抗値が定められると、制御部30は、目標抵抗値に基づいてゲート電圧制御を実施する。これにより、調整対象のスイッチについてオン状態での抵抗値が大きくなる側に変更される。なお、上述の具体例では、上記(1)(2)のいずれにおいても、リチウムイオン蓄電池B3 B2 B1の順で後者ほど優先的に充電が行われ、それに伴い各リチウムイオン蓄電池B1~B3のSOC差が低減される。

【0095】

上記ステップS41, S42において、非発電状態(充電状態)なのに充電電流が流れていると判定される場合(ステップS41がNOの場合)に、充電電流が流れているリチウムイオン蓄電池の通電経路についてのみスイッチ抵抗値を大きくする側への変更を禁止し、他の通電経路についてはスイッチ抵抗値を大きくする側への変更を許容するものであってもよい。

40

【0096】

また、並列状態から直列状態への切り替え要求が生じたと判定された場合には、各リチウムイオン蓄電池B1~B3のSOC差($SOCx_y$ 、又は $SOCx$)に基づいて、直列状態への切り替えの可否を判定する(ステップS20, S21)。この場合、SOC差が所定未満であることを条件に、直列状態への切り替えを実施する。

【0097】

一方、図13において、電池ユニットUが放電状態であり、各リチウムイオン蓄電池B1~B3が並列状態であり、かつ並列状態から直列状態への切り替え要求が生じていない

50

と判定された場合（ $S14$ がNO、 $S31$ がYES、 $S32$ がNOの場合）には、ステップ $S43$ に進む。ステップ $S43$ では、リチウムイオン蓄電池 $B1 \sim B3$ の全てが放電状態になっているか否かを判定する。すなわち、各リチウムイオン蓄電池 $B1 \sim B3$ での相互のセルフバランスにより充電中の蓄電池と放電中の蓄電池とが混在している状況にあるか否かを判定する。このとき、各リチウムイオン蓄電池 $B1 \sim B3$ において通電電流の向きに基づいて、各蓄電池 $B1 \sim B3$ が放電状態か否かを判定するとよい。ステップ $S43$ がYESであれば後続のステップ $S44$ に進み、ステップ $S43$ がNOであればそのまま本処理を終了する。

【0098】

なお、ステップ $S43$ は、回転電機16の非発電状態で、リチウムイオン蓄電池 $B1 \sim B3$ のうちいずれかの蓄電池に他の蓄電池から充電電流が流れていることを判定するものである。ステップ $S43$ が否定される場合、すなわち非発電状態（電池ユニットUの放電状態）なのにいずれかの蓄電池で充電電流が流れていると判定される場合には、セルフバランス状態にあるとして、本処理がそのまま終了される。これにより、スイッチ抵抗値の調整（ステップ $S44$ ）が読み飛ばされる。

【0099】

ステップ $S44$ では、リチウムイオン蓄電池 $B1 \sim B3$ ごとに設けられたスイッチ $54 \sim 56$ の抵抗値を調整することで、各蓄電池 $B1 \sim B3$ の放電電流を個々に制御する。このとき、上記（1）の $SOC \times y (= SOC_x - SOC_y)$ 、又は上記（2）の $SOC \times (= SOC_x - AVE)$ に基づいて、各スイッチ $54 \sim 56$ の抵抗値を適宜調整する。

【0100】

具体的には、上記（1）の $SOC \times y$ については、リチウムイオン蓄電池ごとに $SOC \times y$ がマイナス値かプラス値かを特定する。そして、基本的に、プラス値であれば、その $SOC \times y$ に対応するリチウムイオン蓄電池を放電されやすい状態にすべく通路抵抗値の増加側の変更を実施せず（すなわち最小値で維持し）、マイナス値であれば、その $SOC \times y$ に対応するリチウムイオン蓄電池を放電されにくい状態にすべく通路抵抗値の増加側の変更を実施する。

【0101】

上記のとおり、リチウムイオン蓄電池 $B1$ について「 $SOC12 = -10\%$ 、 $SOC13 = -50\%$ 」であり、リチウムイオン蓄電池 $B2$ について「 $SOC21 = +10\%$ 、 $SOC23 = -40\%$ 」であり、リチウムイオン蓄電池 $B3$ について「 $SOC31 = +50\%$ 、 $SOC32 = +40\%$ 」である場合を考える。かかる場合、リチウムイオン蓄電池 $B1$ は、他の蓄電池とのSOC差がいずれも負であり、リチウムイオン蓄電池 $B2$ は、他の蓄電池とのSOC差が正及び負であり、リチウムイオン蓄電池 $B3$ は、他の蓄電池とのSOC差がいずれも正である。そのため、リチウムイオン蓄電池 $B1 \sim B3$ の順で後者ほど放電量を大きくする必要があると考えられ、スイッチ 54 の抵抗値 $R1$ を上げ幅 $R11$ で上げ、スイッチ 55 の抵抗値 $R2$ を上げ幅 $R12$ で上げ、スイッチ 56 の抵抗値 $R3$ を維持する旨を決定する。上げ幅 $R11$ 、 $R12$ は、SOC差の大きさに応じて個別に設定されるとよく、 $R11 > R12$ であるとよい。ただし、 $R11 = R12$ であってもよい。

【0102】

一方で、上記（2）の $SOC \times$ については、リチウムイオン蓄電池ごとに $SOC \times$ がマイナス値かプラス値かを特定する。そして、基本的に、プラス値であれば、その $SOC \times$ に対応するリチウムイオン蓄電池を放電されやすい状態にすべく通路抵抗値の増加側の変更を実施せず（すなわち最小値で維持し）、マイナス値であれば、その $SOC \times$ に対応するリチウムイオン蓄電池を放電されにくい状態にすべく通路抵抗値の増加側の変更を実施する。

【0103】

上記のとおり、リチウムイオン蓄電池 $B1$ について「 $SOC1 = -20\%$ 」であり、

リチウムイオン蓄電池 B 2 について「 $SOC2 = -10\%$ 」であり、リチウムイオン蓄電池 B 3 について「 $SOC3 = +30\%$ 」である場合を考える。かかる場合、上記(1)と同様に、リチウムイオン蓄電池 B 1 B 2 B 3 の順で後者ほど放電量を大きくする必要があると考えられ、スイッチ 5 4 の抵抗値 R 1 を上げ幅 R 1 1 で上げ、スイッチ 5 5 の抵抗値 R 2 を上げ幅 R 1 2 で上げ、スイッチ 5 6 の抵抗値 R 3 を維持する旨を決定する。なお、本例では、 $SOCx$ の正負だけでなく、平均値 AVE に対する乖離度に応じた重み付けを行って、抵抗値の上げ幅を決定することとしている。

【0104】

また、ステップ S 4 4 では、リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 ごとに流れている通電電流値に基づいて、各スイッチ 5 4 ~ 5 6 の目標抵抗値(すなわち各抵抗値 R 1 ~ R 3 の上げ幅)を補正する。このとき、いずれかの蓄電池で所定値よりも大きい放電電流が流れている場合に、各スイッチ 5 4 ~ 5 6 の目標抵抗値(すなわち各抵抗値 R 1 ~ R 3 の上げ幅)を減少側に補正する。放電電流が大きいほど、減少補正幅を大きくする構成であってもよい。

10

【0105】

上記のように各スイッチ 5 4 ~ 5 6 の目標抵抗値が定められると、制御部 3 0 は、目標抵抗値に基づいてゲート電圧制御を実施する。これにより、調整対象のスイッチについてオン状態での抵抗値が大きくする側に変更される。なお、上述の具体例では、上記(1)(2)のいずれにおいても、リチウムイオン蓄電池 B 1 B 2 B 3 の順で優先的に放電が行われ、それに伴い各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 の SOC 差が低減される。

20

【0106】

また、並列状態から直列状態への切り替え要求が生じたと判定された場合には、各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 の SOC 差($SOCxy$ 、又は $SOCx$)に基づいて、直列状態への切り替えの可否を判定する(ステップ S 3 6, S 3 7)。この場合、SOC 差が所定未満であることを条件に、直列状態への切り替えを実施する。

【0107】

以上第 2 の実施形態においても、第 1 実施形態と同様に、各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 での SOC ばらつきを抑制し、ひいては各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 において適正な充放電を行わせることができる。

【0108】

30

各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 において、発電状態であるのにいずれかのリチウムイオン蓄電池に放電電流が流れている場合、すなわち蓄電池間のセルフバランスにより放電電流が流れている場合には、その放電が優先されることが望ましい。また、各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 において、発電状態でないのにいずれかのリチウムイオン蓄電池に充電電流が流れている場合、すなわち蓄電池間のセルフバランスにより充電電流が流れている場合には、その充電が優先されることが望ましい。この点、各リチウムイオン蓄電池 B 1 ~ B 3 の全てが充電状態及び放電状態のうちいずれであると判定されたことを条件に、スイッチ抵抗値の調整を実施する構成とした。また、発電状態でいずれかのリチウムイオン蓄電池に放電電流が流れているか、又は非発電状態でいずれかのリチウムイオン蓄電池に充電電流が流れている状態であるセルフバランス状態であると判定された場合に、発電状態で放電電流が流れているリチウムイオン蓄電池の通電経路における抵抗値の調整、又は非発電状態で充電電流が流れているリチウムイオン蓄電池の通電経路における抵抗値の調整を禁止する構成とした。これにより、セルフバランスによる電流の流れが阻害されることを抑制できる。

40

【0109】

発電状態においてセルフバランスにより放電電流が流れている場合に、その放電中のリチウムイオン蓄電池について経路抵抗値を大きくしない(すなわち小さいままにする)ことにより、セルフバランスによる放電を促すことができ、SOC ばらつきを解消する上で好適となる。また、非発電状態においてセルフバランスにより充電電流が流れている場合に、その充電中のリチウムイオン蓄電池について経路抵抗値を大きくしない(すなわち小

50

さいままにする) ことにより、セルフバランスによる充電を促すことができ、SOC ばらつきを解消する上で好適となる。

【0110】

(他の実施形態)

上記実施形態を例えば次のように変更してもよい。

【0111】

・上記実施形態では、複数のリチウムイオン蓄電池が並列接続された状態において、スイッチ抵抗値を大きくする側に変更することによって、各リチウムイオン蓄電池の充放電電流を個々に制御する構成としたが、これを変更し、スイッチ抵抗値を小さくする側に変更することによって、各リチウムイオン蓄電池の充放電電流を個々に制御する構成であつてもよい。例えば、スイッチの通常オン時におけるスイッチ抵抗値(初期抵抗値)が最小値でない場合に、スイッチ抵抗値を小さくする側に変更する。

10

【0112】

・複数の蓄電手段として、リチウムイオン蓄電池以外を用いる構成であってもよい。例えば、複数の蓄電手段として、リチウムイオン蓄電池以外の蓄電池を用いる構成や、蓄電池及びコンデンサを用いる構成、複数のコンデンサを用いる構成のいずれかであってもよい。

【0113】

・上記実施形態では、複数のリチウムイオン蓄電池の直並列切り替え用のスイッチについてスイッチオン時の抵抗値を調整し、それによりリチウムイオン蓄電池ごとの充放電電流を個々に制御する構成としたが、これを変更してもよい。例えば、電池ユニットUの通電経路に、直並列切り替え用のスイッチ以外に半導体スイッチング素子からなる別のスイッチを設け、その別のスイッチのオン抵抗値を調整し、それによりリチウムイオン蓄電池ごとの充放電電流を個々に制御する構成としてもよい。

20

【0114】

・抵抗可変部として半導体スイッチング素子を用いること以外に、可変抵抗器を用いることも可能である。

【0115】

・図14は、別の構成の電源システムを示す電気回路図である。図14の電池ユニットUは、図1と同様に、複数のリチウムイオン蓄電池12, 13について並列状態と直列状態との切り替えを可能にするものであるが、図1との違いとして、出力端子P1, P2の両方において12V出力と24V出力とが可能となっている。

30

【0116】

図14の電池ユニットUでは、出力端子P1, P2の間の電気経路L1にスイッチ61, 62が直列に設けられている。そして、スイッチ61, 62の間の第1点N1にスイッチ63を介してリチウムイオン蓄電池12の+端子(正極端子)が接続されている。また、スイッチ62と出力端子P2との第2点N2にリチウムイオン蓄電池13の+端子が接続され、リチウムイオン蓄電池13の-端子(負極端子)とグランドとの間にスイッチ64が設けられている。さらに、リチウムイオン蓄電池12の+端子とリチウムイオン蓄電池13の-端子とを結ぶ接続経路にスイッチ65が設けられている。上記の各スイッチ61~65は、図1のスイッチ21~25と同様に、MOSFET、IGBT、バイポーラトランジスタ等の半導体スイッチング素子により構成されている。

40

【0117】

そして、これら各スイッチ61~65のオンオフを適宜切り替えることにより、各リチウムイオン蓄電池12, 13が並列接続された状態と、各リチウムイオン蓄電池12, 13が直列接続された状態とが切り替えられるようになっている。

【0118】

各リチウムイオン蓄電池12, 13の並列状態では、各スイッチ61~65のうちスイッチ61~64がオン、スイッチ65がオフされ、出力端子P1, P2の出力電圧がいずれも概ね12Vとなる。また、各リチウムイオン蓄電池12, 13の直列状態では、各ス

50

スイッチ 6 1 ~ 6 5 のうちスイッチ 6 1 , 6 2 , 6 5 がオン、スイッチ 6 3 , 6 4 がオフされ、出力端子 P 1 , P 2 の出力電圧がいずれも概ね 2 4 V となる。

【 0 1 1 9 】

また、図 1 4 の電源システムでは、出力端子 P 1 に接続される電氣的構成が図 1 とは異なっており、出力端子 P 1 には、スイッチ 7 1 を介して鉛蓄電池 1 1 と電気負荷 1 4 とが接続されるとともに、スイッチ 7 2 及び蓄電手段 7 3 の直列回路部を介して鉛蓄電池 1 1 と電気負荷 1 4 とが接続されている。蓄電手段 7 3 は、1 2 V 電源であり、例えば鉛蓄電池からなる。また、同じく出力端子 P 1 には、スタータ 7 4 が接続されている。電気負荷 1 4 は、前記と同様に 1 2 V 駆動される低電圧負荷であり、スタータ 7 4 は 1 2 V 駆動及び 2 4 V 駆動が可能な始動装置である。

10

【 0 1 2 0 】

上記電源システムでは、エンジン始動時において、スイッチ 7 1 がオン、スイッチ 7 2 がオフされることにより、鉛蓄電池 1 1 によりスタータ 7 4 が 1 2 V 駆動される一方で、スイッチ 7 1 がオフ、スイッチ 7 2 がオンされることにより、鉛蓄電池 1 1 及び蓄電手段 7 3 によりスタータ 7 4 が 2 4 V 駆動される。この場合、必要に応じてスタータ 7 4 が 2 4 V 駆動（高電圧駆動）されることで、円滑なエンジン始動が可能となっている。また、電気負荷 1 4 は継続的な 1 2 V 駆動が可能となっている。

【 0 1 2 1 】

そして、本構成において、例えば鉛蓄電池 1 1 又は蓄電手段 7 3 が劣化して出力性能が低下した場合には、電池ユニット U においてリチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が直列状態に切り替えられ、電池ユニット U を電源としてスタータ 7 4 が 2 4 V 駆動される。また、蓄電手段 7 3 を充電する際においても、電池ユニット U のリチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が直列状態に切り替えられ、電池ユニット U からの 2 4 V 電力により鉛蓄電池 1 1 及び蓄電手段 7 3 が充電される。

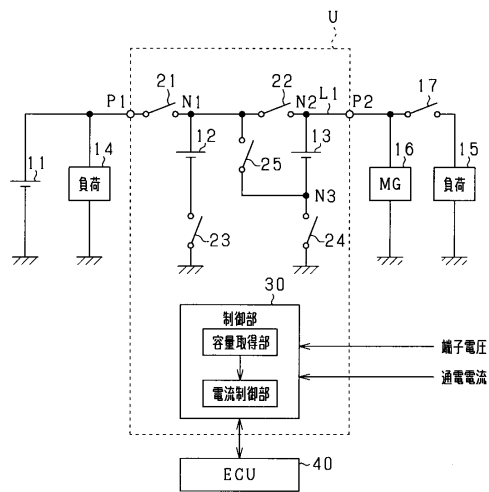
20

【 符号の説明 】

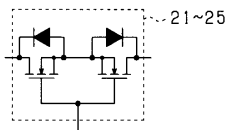
【 0 1 2 2 】

1 2 , 1 3 ... リチウムイオン蓄電池（蓄電手段）、2 1 ~ 2 5 ... スイッチ（スイッチ手段、切替部）、3 0 ... 制御部（取得部、電流制御部）。

【図 1】

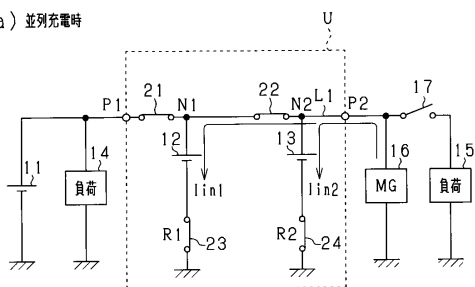


【図 2】

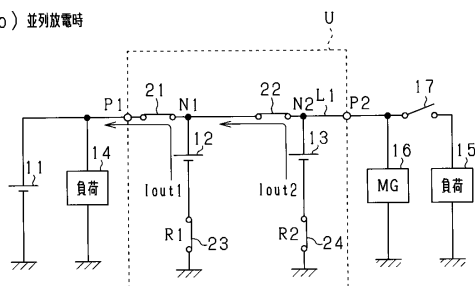


【図 4】

(a) 並列充電時

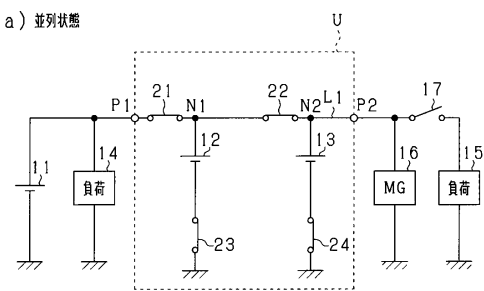


(b) 並列放電時

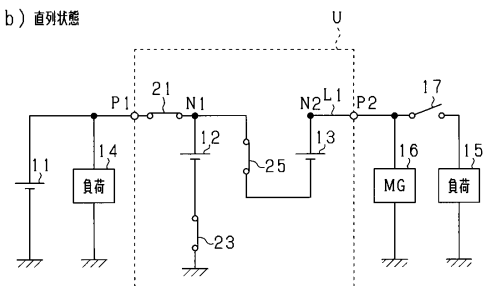


【図 3】

(a) 並列状態

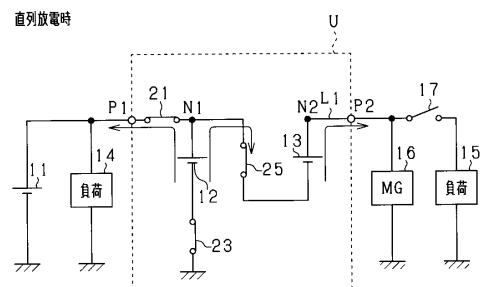


(b) 直列状態

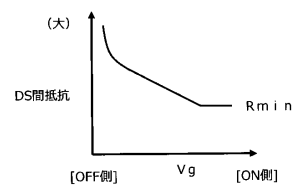


【図 5】

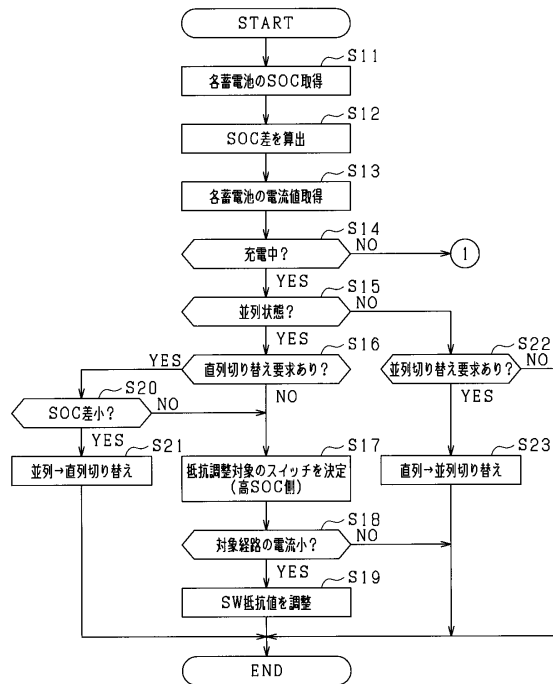
直列放電時



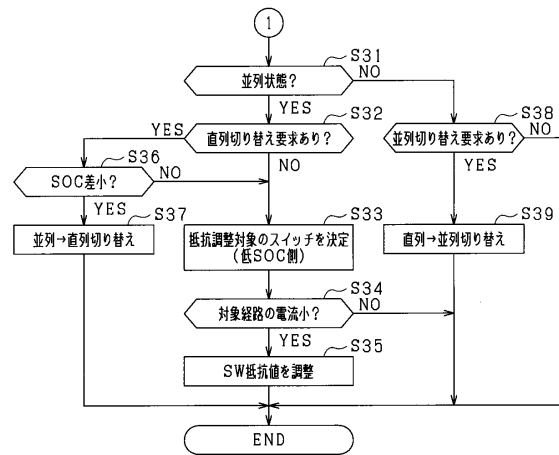
【図 6】



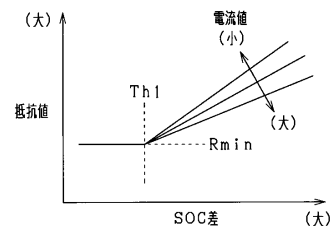
【図 7】



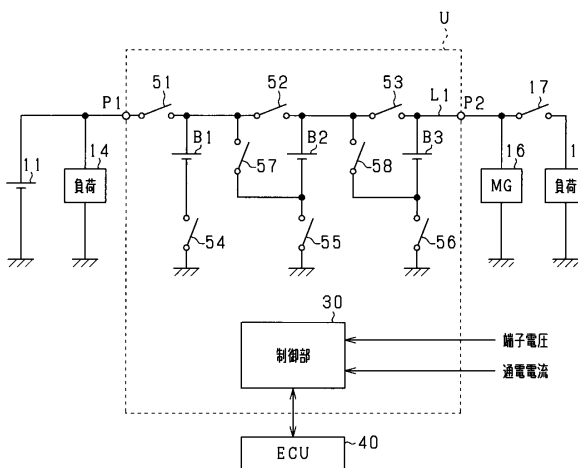
【図 8】



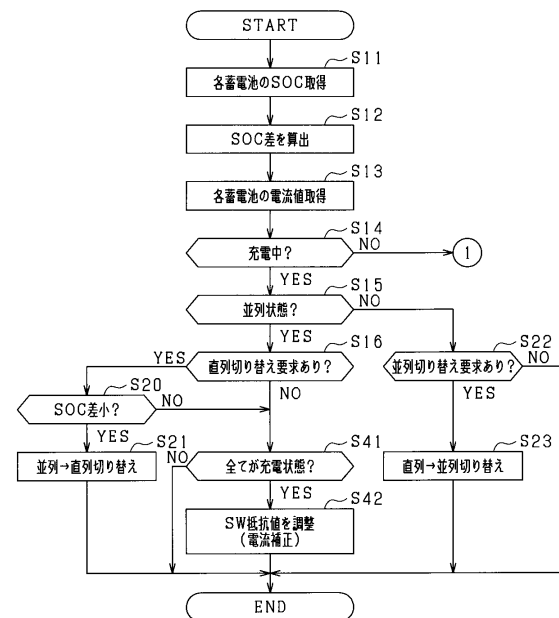
【図 9】



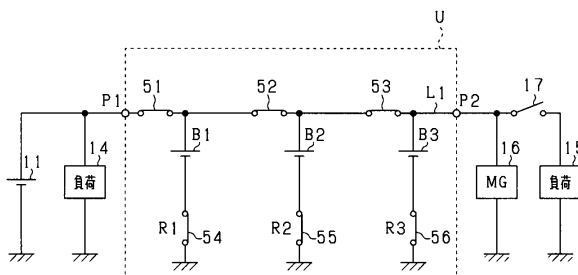
【図 10】



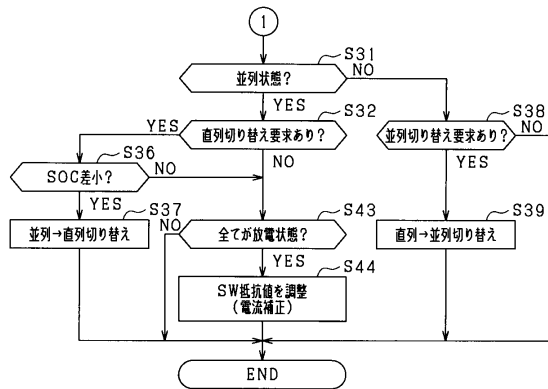
【図 12】



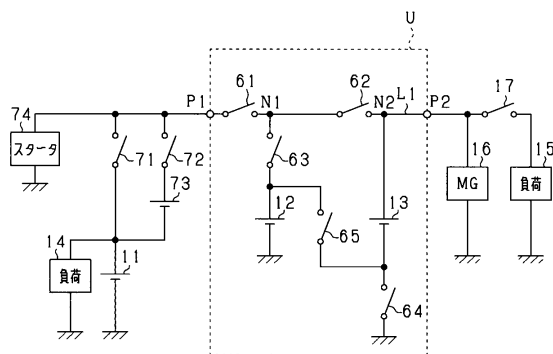
【図 11】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	
B 6 0 R 16/033 (2006.01)	H 0 2 J 7/34	B
	H 0 1 M 10/44	P
	B 6 0 R 16/033	B

(72)発明者 尾勢 朋久
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
(72)発明者 前田 茂
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 早川 卓哉

(56)参考文献 特開2016-063717(JP,A)
特開2013-192278(JP,A)
特開2010-029015(JP,A)
特開2016-054633(JP,A)
特開平10-302846(JP,A)
特開平07-143684(JP,A)
特開2010-142040(JP,A)
特開2014-193033(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 2 J 7 / 0 0 - 7 / 1 2
H 0 2 J 7 / 3 4 - 7 / 3 6
H 0 2 J 7 / 1 4
H 0 1 M 1 0 / 4 2 - 1 0 / 4 8
B 6 0 R 1 6 / 0 3 3
B 6 0 L 5 3 / 0 0