

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6878782号
(P6878782)

(45) 発行日 令和3年6月2日 (2021. 6. 2)

(24) 登録日 令和3年5月7日 (2021. 5. 7)

(51) Int.Cl.

F I

HO 2 J 7/00 (2006. 01)

HO 1 M 10/48 (2006. 01)

FO 2 N 11/08 (2006. 01)

HO 2 J 7/00 S

HO 2 J 7/00 K

HO 2 J 7/00 3 O 2 C

HO 1 M 10/48 P

HO 1 M 10/48 3 O 1

請求項の数 19 (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-136630 (P2016-136630)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成28年7月11日 (2016. 7. 11)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2018-11372 (P2018-11372A)		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18日 (2018. 1. 18)	(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】

電気負荷に対する通電が各々可能である第 1 蓄電手段（ 1 2 ）及び第 2 蓄電手段（ 1 3 ）と、

前記第 1 蓄電手段及び前記第 2 蓄電手段の正極どうしを接続して当該各蓄電手段を互いに並列状態とする第 1 スイッチ（ 2 2 ～ 2 4 ）と、前記第 1 蓄電手段の正極及び前記第 2 蓄電手段の負極を接続して当該各蓄電手段を互いに直列状態とする第 2 スイッチ（ 2 3 , 2 5 ）とを含み、前記並列状態と前記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、

前記切替部は、切り替え要求に応じて、前記各蓄電手段を直列状態と並列状態とで切り替えるものであり、

前記第 1 スイッチ及び前記第 2 スイッチの状態を示すパラメータとして、前記並列状態では前記各蓄電手段と前記第 1 スイッチとを含む並列経路を通電経路とし、前記直列状態では前記各蓄電手段と前記第 2 スイッチとを含む直列経路を通電経路としてその通電経路に流れる電流の大きさに相関を持つスイッチ状態パラメータを取得する取得部と、

前記スイッチ状態パラメータに基づいて、前記並列状態又は前記直列状態で前記通電経路に存在しかつ当該通電経路の経路抵抗を可変とする抵抗可変部の抵抗値を調整する抵抗制御部と、

を備え、

前記取得部は、前記並列状態では前記第 1 スイッチの温度又は通電電流を前記スイッチ

10

20

状態パラメータとして取得するとともに、前記直列状態では前記第 2 スwitch の温度又は通電電流を前記 switch 状態パラメータとして取得するものであって、かつ前記直列状態から前記並列状態への切り替え要求が生じた場合に、前記切替部による切り替え完了前及び切り替え完了後においてそれぞれ前記 switch 状態パラメータを取得し、

前記抵抗制御部は、前記並列状態への切り替え要求後において切り替え完了前及び切り替え完了後に、前記 switch 状態パラメータに基づいて、前記並列状態で前記通電経路に存在している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 2】

前記取得部は、前記並列状態への切り替え要求後であってかつ並列切り替え完了前に、前記並列状態での前記 switch 状態パラメータを取得し、

10

前記抵抗制御部は、前記並列状態への切り替え要求後において並列切り替え完了時点を含む所定期間で、並列切り替え完了前に取得された前記並列状態での switch 状態パラメータを用い、フィードフォワード制御により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】

前記抵抗制御部は、前記並列状態での前記通電経路において前記各蓄電手段の間に存在している前記抵抗可変部 (2 2) の抵抗値を調整する請求項 1 又は 2 に記載の電源制御装置。

【請求項 4】

前記取得部は、前記並列状態から前記直列状態への切り替え要求が生じた場合に、前記切替部による切り替え完了前及び切り替え完了後においてそれぞれ前記 switch 状態パラメータを取得し、

20

前記抵抗制御部は、前記直列状態への切り替え要求後において切り替え完了前及び切り替え完了後に、前記 switch 状態パラメータに基づいて、前記直列状態で前記通電経路に存在している前記抵抗可変部の抵抗値の調整を実施する請求項 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】

前記取得部は、前記直列状態への切り替え要求後であってかつ直列切り替え完了前に、前記直列状態での前記 switch 状態パラメータを取得し、

前記抵抗制御部は、前記直列状態への切り替え要求後において直列切り替え完了時点を含む所定期間で、直列切り替え完了前に取得された前記直列状態での switch 状態パラメータを用い、フィードフォワード制御により前記抵抗可変部の抵抗値の調整を実施する請求項 4 に記載の電源制御装置。

30

【請求項 6】

前記抵抗制御部は、前記直列状態での前記通電経路において前記各蓄電手段の間に存在している前記抵抗可変部 (2 5) の抵抗値を調整する請求項 4 又は 5 に記載の電源制御装置。

【請求項 7】

電気負荷に対する通電が各々可能である第 1 蓄電手段 (1 2) 及び第 2 蓄電手段 (1 3) と、

40

前記第 1 蓄電手段及び前記第 2 蓄電手段の正極どうしを接続して当該各蓄電手段を互いに並列状態とする第 1 switch (2 2 ~ 2 4) と、前記第 1 蓄電手段の正極及び前記第 2 蓄電手段の負極を接続して当該各蓄電手段を互いに直列状態とする第 2 switch (2 3 , 2 5) とを含み、前記並列状態と前記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、

前記切替部は、切り替え要求に応じて、前記各蓄電手段を直列状態と並列状態とで切り替えるものであり、

前記第 1 switch 及び前記第 2 switch の状態を示すパラメータとして、前記並列状態では前記各蓄電手段と前記第 1 switch とを含む並列経路を通電経路とし、前記直列状態では前記各蓄電手段と前記第 2 switch とを含む直列経路を通電経路としてその通電経路

50

に流れる電流の大きさに相関を持つスイッチ状態パラメータを取得する取得部と、

前記スイッチ状態パラメータに基づいて、前記並列状態又は前記直列状態で前記通電経路に存在しかつ当該通電経路の経路抵抗を可変とする抵抗可変部の抵抗値を調整する抵抗制御部と、
を備え、

前記取得部は、前記並列状態では前記第 1 スwitchの温度又は通電電流を前記スイッチ状態パラメータとして取得するとともに、前記直列状態では前記第 2 スwitchの温度又は通電電流を前記スイッチ状態パラメータとして取得するものであって、かつ前記並列状態から前記直列状態への切り替え要求が生じた場合に、前記切替部による切り替え完了前及び切り替え完了後においてそれぞれ前記スイッチ状態パラメータを取得し、

10

前記抵抗制御部は、前記直列状態への切り替え要求後において切り替え完了前及び切り替え完了後に、前記スイッチ状態パラメータに基づいて、前記直列状態で前記通電経路に存在している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 8】

前記取得部は、前記直列状態への切り替え要求後であってかつ直列切り替え完了前に、前記直列状態での前記スイッチ状態パラメータを取得し、

前記抵抗制御部は、前記直列状態への切り替え要求後において直列切り替え完了時点を含む所定期間で、直列切り替え完了前に取得された前記直列状態でのスイッチ状態パラメータを用い、フィードフォワード制御により前記抵抗可変部の抵抗値の調整を実施する請求項 7 に記載の電源制御装置。

20

【請求項 9】

前記抵抗制御部は、前記直列状態での前記通電経路において前記各蓄電手段の間に存在している前記抵抗可変部 (2 5) の抵抗値を調整する請求項 7 又は 8 に記載の電源制御装置。

【請求項 1 0】

前記抵抗制御部は、前記スイッチ状態パラメータに基づき、前記並列状態又は前記直列状態で前記通電経路において所定値よりも大きい過電流が流れる状況であるとみなされる場合に、前記抵抗可変部の抵抗値を大きくする側に変更する請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 1 1】

30

前記各蓄電手段の状態を示すパラメータとして、前記並列状態又は前記直列状態で前記通電経路に流れる電流の大きさに相関を持つ蓄電状態パラメータを取得する第 2 取得部を備え、

前記抵抗制御部は、前記スイッチ状態パラメータと前記蓄電状態パラメータとに基づいて、前記並列状態又は前記直列状態で前記通電経路に存在している抵抗可変部の抵抗値を調整する請求項 1 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 1 2】

前記第 2 取得部は、前記蓄電状態パラメータとして、前記各蓄電手段の少なくともいずれかにおいて充放電電流、端子電圧、電気残容量の少なくとも 1 つを取得し、

前記抵抗制御部は、前記第 2 取得部による取得結果に基づいて、前記抵抗可変部の抵抗値を調整する請求項 1 1 に記載の電源制御装置。

40

【請求項 1 3】

前記第 2 取得部は、前記蓄電状態パラメータとして、前記各蓄電手段の少なくともいずれかの温度を取得し、

前記抵抗制御部は、前記第 2 取得部による取得結果に基づいて、前記抵抗可変部の抵抗値を調整する請求項 1 1 又は 1 2 に記載の電源制御装置。

【請求項 1 4】

前記抵抗制御部は、前記各蓄電手段の放電時及び充電時の少なくともいずれかで、前記抵抗可変部の抵抗値を調整する請求項 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 1 5】

50

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、

前記抵抗制御部は、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 14 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 16】

前記抵抗制御部は、前記第 1 スイッチ及び前記第 2 スイッチのいずれかを前記抵抗可変部として用い、そのスイッチの抵抗値を調整する請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置。

【請求項 17】

前記第 1 スイッチ及び前記第 2 スイッチは、半導体スイッチング素子により構成されており、

前記抵抗制御部は、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 16 に記載の電源制御装置。

【請求項 18】

前記抵抗制御部は、デジタルアナログ制御又は P W M 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 15 又は 17 に記載の電源制御装置。

【請求項 19】

請求項 1 乃至 18 のいずれか 1 項に記載の電源制御装置と、

前記第 1 蓄電手段及び前記第 2 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いた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2003 - 155968 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、例えば複数の蓄電池を直列状態から並列状態に切り替えた際に、SOC 差に起因して蓄電池間の相互で過電流が流れ、ひいては蓄電池やスイッチ等の破損が懸念される。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

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、直並列の切り替えが可能な複数の蓄電手段を有するシステムにおいて過剰な電流の発生を抑制し、ひいては蓄電手段やスイッチ等の保護を図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】

【 0 0 0 6 】

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、前記複数のスイッチ手段の状態を示すパラメータとして、前記並列状態又は前記直列状態での前記各蓄電手段の間の経路を含む通電経路に流れる電流の大きさに相関を持つスイッチ状態パラメータを取得する取得部と、前記スイッチ状態パラメータに基づいて、前記並列状態又は前記直列状態で前記通電経路に存在している抵抗可変部の抵抗値を調整する抵抗制御部と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

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、各蓄電手段でのSOC（電気残容量）等に起因して、例えば各蓄電手段間において容量自己調整による過電流が流れることが懸念される。この点、上記構成では、直並列切り替え用の複数のスイッチ手段の状態を示すパラメータとして、並列状態又は直列状態での各蓄電手段の間の経路を含む通電経路に流れる電流の大きさに相関を持つスイッチ状態パラメータを取得し、そのスイッチ状態パラメータに基づいて、並列状態又は直列状態で通電経路に存在している抵抗可変部の抵抗値を調整するようにした。かかる場合、抵抗可変部の抵抗値の調整により、並列状態又は直列状態で通電経路に流れる電流、すなわち蓄電手段どうして流れる電流等を制御でき、仮に蓄電手段間でSOCばらつきが生じていても、直並列切り替え用のスイッチ手段に過電流が流れること等が抑制される。その結果、蓄電手段やスイッチ等の保護を図りつつ、各蓄電手段の適正な使用を実現できる。

【 0 0 0 8 】

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。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【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。

【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】端子電圧の差 V とスイッチ抵抗値との関係を示す図。

【図9】スイッチ温度とスイッチ抵抗値との関係を示す図。

【図10】端子電圧の差 V とスイッチ温度とスイッチ抵抗値との関係を示す図。

【図11】リチウムイオン蓄電池の直並列切り替えに伴う抵抗値制御をより具体的に説明

するためのタイムチャート。

【図 1 2】リチウムイオン蓄電池を直列状態から並列状態に切り替える際における通電電流の変化を示すタイムチャート。

【図 1 3】通電電流とスイッチ抵抗値との関係を示す図。

【図 1 4】通電電流とスイッチ温度とスイッチ抵抗値との関係を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明を具体化した実施形態を図面に基づいて説明する。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、鉛蓄電池と複数のリチウムイオン蓄電池とを備える、いわゆる 2 電源システムとなっている。

10

【0011】

図 1 に示すように、本電源システムは、鉛蓄電池 1 1 と 2 つのリチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 とを有しており、各蓄電池 1 1 ~ 1 3 からは各種の電気負荷 1 4 , 1 5 と回転電機 1 6 への給電が可能となっている。また、各蓄電池 1 1 ~ 1 3 に対しては回転電機 1 6 による充電が可能となっている。

【0012】

鉛蓄電池 1 1 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 1 2 , 1 3 は、鉛蓄電池 1 1 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 1 2 , 1 3 は、鉛蓄電池 1 1 に比べて充放電時のエネルギー効率が高い蓄電池であるとよい。また、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 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 1 1 ~ 1 3 の定格電圧はいずれも同じであり、例えば 1 2 V である。

20

【0013】

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 1 2 , 1 3 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 P 1 , P 2 を有しており、このうち出力端子 P 1 に鉛蓄電池 1 1 と電気負荷 1 4 とが接続され、出力端子 P 2 に電気負荷 1 5 と回転電機 1 6 とが接続されている。

【0014】

出力端子 P 1 に接続される電気負荷 1 4 は、鉛蓄電池 1 1 又はリチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 からの 1 2 V 給電に基づいて駆動される 1 2 V 系負荷である。その電気負荷 1 4 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。

30

40

【0015】

また、電気負荷 1 5 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 P 1 に接続される電気負荷 1 4 が低電圧電気負荷に相当し、出力端子 P 2 に接続される電気負荷 1 5 及び回転電機 1 6 が高電圧電気負荷に相当する。

【0016】

回転電機 1 6 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 1 6 の回転軸が回転する一方、回転電機 1 6 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 1 6 は、M G (Mo

50

tor 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。

【0017】

電気負荷15と回転電機16との間にはスイッチ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。

10

【0018】

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としており、その点について詳しく説明する。

【0019】

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。

20

【0020】

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。

30

【0021】

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。

【0022】

40

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。

【0023】

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

50

なっている。

【 0 0 2 4 】

図 3 (a) では、各スイッチ 2 1 ~ 2 5 のうちスイッチ 2 1 ~ 2 4 がオン、スイッチ 2 5 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 1 2 , 1 3 が並列の関係となっている。この場合、出力端子 P 1 , P 2 の出力電圧はいずれも概ね 1 2 V となっている。並列接続状態では、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 , 1 3 が接続されるとともに、P 2 側の回転電機 1 6 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 , 1 3 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 1 2 , 1 3 の正極どうしを接続する経路上の中間位置 (第 1 点 N 1) に電気負荷 1 4 が接続されるようになっている。

10

【 0 0 2 5 】

また、図 3 (b) では、各スイッチ 2 1 ~ 2 5 のうちスイッチ 2 1 , 2 3 , 2 5 がオン、スイッチ 2 2 , 2 4 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 1 2 , 1 3 が直列の関係となっている。この場合、出力端子 P 1 の出力電圧は概ね 1 2 V、出力端子 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 6 】

20

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。

【 0 0 2 7 】

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。

30

【 0 0 2 8 】

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。

40

【 0 0 2 9 】

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。

50

【 0 0 3 0 】

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。

【 0 0 3 1 】

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。

【 0 0 3 2 】

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 3 】

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 4 】

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 S O C (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 S O C 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 S O C の差がより大きくなると考えられる。

【 0 0 3 5 】

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 S O C 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 S O C 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

10

20

30

40

50

る。

【0036】

ところで、リチウムイオン蓄電池12, 13間のSOC差が大きい状態で、直列状態から並列状態への切り替えが行われると、両蓄電池12, 13間のSOC差(もしくは電圧差)に起因して容量自己調整電流が流れる。容量自己調整電流は、リチウムイオン蓄電池12, 13間のSOC差と経路抵抗値とに応じて流れる電流であり、例えば「 $I = \text{蓄電池間の出力電圧差} \times \text{経路抵抗値}$ 」として定義される。この場合、蓄電池間において大きな電流が流れ、通電経路上のスイッチや蓄電池に悪影響が及ぶことが懸念される。

【0037】

そこで本実施形態では、各リチウムイオン蓄電池12, 13間で流れる電流の大きさに
10
相関を持つパラメータを取得し、そのパラメータに基づいて、電流抑制の制御を適宜実施することとしている。ここでは、各リチウムイオン蓄電池12, 13間の電流に相関するパラメータとして、各リチウムイオン蓄電池12, 13の状態を示す蓄電状態パラメータと、各スイッチ21~25の状態を示すスイッチ状態パラメータとを取得し、それら各パラメータに基づいて、スイッチ21~25のいずれかを調整対象としてスイッチ抵抗値を調整する。本実施形態では、各リチウムイオン蓄電池12, 13が並列状態であれば、スイッチ22を調整対象としてスイッチ抵抗値を調整する。また、各リチウムイオン蓄電池12, 13が直列状態であれば、スイッチ25を調整対象としてスイッチ抵抗値を調整する。なお、制御部30が「取得部」、「抵抗制御部」に相当する。

【0038】

蓄電状態パラメータとしては、例えば各リチウムイオン蓄電池12, 13の端子電圧、SOC、充放電電流の少なくともいずれかが取得される。またこれに加えて、各リチウムイオン蓄電池12, 13の温度が取得される。また、スイッチ状態パラメータとしては、例えばスイッチ21~25の温度が取得される。
20

【0039】

制御部30により実施される並列状態での抵抗値制御と、直列状態での抵抗値制御とについて説明する。

【0040】

並列状態では、電池ユニットUにおいて図3(a)に示す通電経路が形成されており、各リチウムイオン蓄電池12, 13にSOC差が生じている状況下では、蓄電池12, 13間に過電流が流れることが懸念される。そこで、制御部30は、過電流の抑制を図るべく、各リチウムイオン蓄電池12, 13の蓄電状態パラメータに基づいて、並列状態の通電経路で各蓄電池12, 13の間の中間位置に存在しているスイッチ22の抵抗値を大きくする側に調整する。このとき、制御部30は、各リチウムイオン蓄電池12, 13の端子電圧の差 V を取得し、その V に基づいてフィードバック制御を実施することで、スイッチ22の抵抗値を所望の値に制御する。より具体的には、スイッチ22のゲート電圧制御を実施することにより、スイッチ22の抵抗値を制御する。これにより、スイッチ22についてオン状態での抵抗値が大きくなり、それに伴い蓄電池間の電流が低減される。本制御により、蓄電池間の電流が所望の値にフィードバック制御される。
30

【0041】

スイッチ22の抵抗値制御においては、例えば図6に示すゲート電圧 V_g とドレインソース間抵抗との関係を用い、ゲート電圧 V_g 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22の抵抗値、ひいてはリチウムイオン蓄電池12, 13間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 R_{min} を基準に、ゲート電圧 V_g 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 R_{min} よりも大きくする側に可変設定される。
40

【0042】

なお、蓄電状態パラメータとして、各リチウムイオン蓄電池12, 13のSOCや充放電電流を用いて、過電流が流れる状況か否かを判定するとともに、過電流が流れる状況下において、各リチウムイオン蓄電池12, 13のSOCや充放電電流に基づいてスイッチ
50

２２の抵抗値を制御することも可能である。

【００４３】

また、本実施形態では、蓄電状態パラメータに加えて、スイッチ状態パラメータを用いて電流抑制の制御を実施することとしている。この場合、制御部３０は、並列状態ではスイッチ２２を調整対象とし、スイッチ状態パラメータとしてスイッチ２２の温度を取得する。そして、蓄電池間の電流を低減させるべく、スイッチ温度に基づいてスイッチ２２の抵抗値を大きくする側に調整する。このとき、制御部３０は、スイッチ２２の温度をフィードバック制御することで、スイッチ２２の抵抗値を所望の値に制御する。これにより、スイッチ２２についてオン状態での抵抗値が大きくなり、それに伴い蓄電池間の電流が低減される。

10

【００４４】

また、直列状態では、電池ユニットＵにおいて図３（ｂ）に示す通電経路が形成されており、両リチウムイオン蓄電池１２，１３よりなる電源電圧が大きいと、これら蓄電池１２，１３と電気負荷１５又は回転電機１６との間の通電経路で過電流が流れることが懸念される。実際には、電気負荷１５や回転電機１６に設けられた平滑コンデンサを通じて過電流が流れることが懸念される。そこで、制御部３０は、過電流の抑制を図るべく、各リチウムイオン蓄電池１２，１３の蓄電状態パラメータに基づいて、直列状態の通電経路で各蓄電池１２，１３の間の中間位置に存在しているスイッチ２５の抵抗値を大きくする側に調整する。このとき、制御部３０は、各リチウムイオン蓄電池１２，１３の端子電圧の和により直列電源電圧（合成電圧 V_{hi} ）を取得し、その V_{hi} に基づいてフィードバック制御を実施することで、スイッチ２５の抵抗値を所望の値に制御する。より具体的には、スイッチ２５のゲート電圧制御を実施することにより、スイッチ２５の抵抗値を制御する。これにより、スイッチ２５についてオン状態での抵抗値が大きくなり、それに伴い蓄電池間の電流が低減される。本制御により、蓄電池間の電流が所望の値にフィードバック制御される。

20

【００４５】

直列状態でのスイッチ２５の抵抗値制御では、並列状態時と同様に、例えば図６の關係を用い、ゲート電圧 V_g 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２５の抵抗値、ひいては蓄電池１２，１３と電気負荷１５又は回転電機１６との間の通電経路の経路抵抗値を変更する。

30

【００４６】

また、制御部３０は、直列状態ではスイッチ２５を調整対象とし、スイッチ状態パラメータとしてスイッチ２５の温度を取得する。そして、蓄電池間の電流を低減させるべく、スイッチ温度に基づいてスイッチ２５の抵抗値を大きくする側に調整する。このとき、制御部３０は、スイッチ２５の温度をフィードバック制御することで、スイッチ２５の抵抗値を所望の値に制御する。これにより、スイッチ２５についてオン状態での抵抗値が大きくなり、それに伴い蓄電池間の電流が低減される。

【００４７】

また、各リチウムイオン蓄電池１２，１３の直並列状態が必要に応じて切り替えられる構成では、直並列の切り替え直後において、接続状態の変化に伴い各蓄電池間の電気経路を通じて過電流が流れることが懸念されるが、特にその切り替え直後はフィードバック制御の遅れに起因して一時的に過電流を抑制できないことが懸念される。

40

【００４８】

そこで本実施形態では、直並列の切り替え要求が生じた場合に、その要求時から、少なくとも切り替えが完了するまでの所定期間においてフィードフォワード制御を実施することとし、それにより直並列の切り替え直後における過電流の発生を抑制することとしている。このフィードフォワード制御では、直列状態及び並列状態のうち切り替え後の状態を考慮して、当該切り替え後の状態でのパラメータを用いて抵抗値制御を実施する。

【００４９】

直列状態から並列状態への切り替え時には、制御部３０は、切り替え要求時からの所定

50

期間において、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の蓄電状態パラメータと、並列状態での通電経路上に存在する調整対象のスイッチ 2 2 の状態パラメータとを取得し、それら各パラメータに基づいてフィードフォワード制御を実施する。

【 0 0 5 0 】

また、並列状態から直列状態への切り替え時には、制御部 3 0 は、切り替え要求時からの所定期間において、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の蓄電状態パラメータと、直列状態での通電経路上に存在する調整対象のスイッチ 2 5 の状態パラメータとを取得し、それら各パラメータに基づいてフィードフォワード制御を実施する。

【 0 0 5 1 】

図 7 は、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 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。なお、本処理は、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の放電時及び充電時のいずれにおいても実施される。ただし、放電時及び充電時のいずれかのみで実施されるものであってもよい。

【 0 0 5 2 】

図 7 において、ステップ S 1 1 では、蓄電状態パラメータを取得し、ステップ S 1 2 では、スイッチ状態パラメータを取得する。本実施形態では、蓄電状態パラメータとして、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 ごとに検出された充放電電流、端子電圧、SOC の少なくともいずれかを取得する。また、スイッチ状態パラメータとして、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の間に設けられたスイッチ 2 2 , 2 5 の温度を取得する。

【 0 0 5 3 】

その後、ステップ S 1 3 では、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 を並列・直列のいずれの状態にするかを指示するための状態フラグが 1 であるか否かを判定する。状態フラグ = 1 は並列状態にすることを示し、状態フラグ = 0 は直列状態にすることを示す。そして、状態フラグ = 1 であればステップ S 1 4 に進み、状態フラグ = 0 であればステップ S 1 9 に進む。なお、状態フラグ = 1 である場合には、直列状態から並列状態への切り替え要求時と、その切り替え後の期間とが含まれ、状態フラグ = 0 である場合には、並列状態から直列状態への切り替え要求時と、その切り替え後の期間とが含まれる。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 1 4 では、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時であるか否か、すなわち状態フラグの「 0 1 」の切り替え時であるか否かを判定する。例えば、電気負荷 1 5 や回転電機 1 6 の 2 4 V 駆動が終了される場合に、直列状態から並列状態への切り替え要求が発生する。

【 0 0 5 5 】

そして、切り替え要求時であれば、ステップ S 1 5 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の実施を指令する。具体的には、電池ユニット U の各スイッチ 2 1 ~ 2 5 のうち、スイッチ 2 2 , 2 4 を「OFF ON」に、スイッチ 2 5 を「ON OFF」にそれぞれ切り替える。なお、スイッチ 2 2 , 2 4 の ON 切り替えよりも先に、スイッチ 2 5 の OFF 切り替えを実施するとよい。また、スイッチ 2 2 , 2 4 の ON 切り替えは、いずれか一方を先に他方を後に実施してもよい。これら各スイッチ 2 2 , 2 4 , 2 5 のオンオフの切り替えにより、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が並列状態に移行する。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 1 5 において並列状態への切り替えが行われた場合、又はステップ S 1 4 において否定判定がなされた場合にはステップ S 1 6 に進む。ステップ S 1 6 では、直列状態から並列状態への切り替え要求から所定時間が経過した後であるか否かを判定する。この所定時間は、直列から並列への状態切り替えに要する所要時間と、フィードバック制御遅れ時間とを加味した時間であり、例えば数 ~ 数 1 0 m s e c 程度の時間である。ステップ S 1 6 が YES であればステップ S 1 7 に進み、ステップ S 1 6 が NO であればステップ S 1 8 に進む。なお、車両起動後において初期状態として並列状態になっている場合に

10

20

30

40

50

はステップ S 1 6 が肯定される。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 7 では、フィードバック制御により、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の通電経路におけるスイッチ抵抗値の調整処理を実施する。このとき、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の蓄電状態パラメータと、並列状態での通電経路上に存在する調整対象のスイッチ 2 2 の状態パラメータとに基づいて、フィードバック制御を実施する。これにより、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 間を流れる電流が所望の値に制御される。なお、制御部 3 0 は、デジタルアナログ制御又は P W M 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 1 8 , S 2 2 , S 2 3 も同様）。

【 0 0 5 8 】

具体的には、制御部 3 0 は、蓄電状態パラメータとしての各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の端子電圧を用いて、その端子電圧の差 V を算出する。そして、図 8 の関係を用い、端子電圧の差 V に基づいてスイッチ 2 2 の調整抵抗値を決定する。図 8 では、端子電圧の差 V が大きいほど、スイッチ 2 2 の調整抵抗値が大きい値となる関係が定められている。調整抵抗値は、スイッチ 2 2 のフルオン状態での抵抗値（最小値 R_{min} ）に対して大きい値が設定される（後述の図 9 , 図 1 0 も同様）。

【 0 0 5 9 】

又は、制御部 3 0 は、図 9 の関係を用い、スイッチ状態パラメータとしてのスイッチ 2 2 の温度に基づいてスイッチ 2 2 の調整抵抗値を決定する。図 9 では、スイッチ温度が大きいほど、スイッチ 2 2 の調整抵抗値が大きい値となる関係が定められている。

【 0 0 6 0 】

上記のとおり、蓄電状態パラメータに基づいてスイッチ抵抗値が算出されるとともに、スイッチ状態パラメータに基づいてスイッチ抵抗値が算出される場合、それらの各々で算出されるスイッチ 2 2 の抵抗値のうち大きい方を、今回採用するスイッチ 2 2 の調整抵抗値として決定するとよい。例えば、図 8 の関係を用いて算出される抵抗値が R_1 、図 9 の関係を用いて算出される抵抗値が R_2 であり、 $R_1 > R_2$ であれば、抵抗値 R_1 を、今回採用するスイッチ 2 2 の調整抵抗値として決定する。これ以外に、蓄電状態パラメータに基づき算出されたスイッチ抵抗値と、スイッチ状態パラメータに基づき算出されたスイッチ抵抗値とのうち小さい方を、今回採用するスイッチ 2 2 の調整抵抗値として決定する構成や、各スイッチ抵抗値の平均値を今回採用するスイッチ 2 2 の調整抵抗値として決定する構成であってもよい。

【 0 0 6 1 】

なお、図 1 0 の関係を用いて、スイッチ 2 2 の調整抵抗値を決定するようにしてもよい。図 1 0 では、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の端子電圧の差 V と、スイッチ 2 2 の温度と、スイッチ 2 2 の調整抵抗値との関係が定められている。この場合、上記の各パラメータに基づいて、スイッチ 2 2 の調整抵抗値が設定される。

【 0 0 6 2 】

また、ステップ S 1 8 では、フィードフォワード制御により、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の並列通電経路におけるスイッチ抵抗値の調整処理を実施する。このとき、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の蓄電状態パラメータと、並列状態での通電経路上に存在する調整対象のスイッチ 2 2 の状態パラメータとに基づいて、フィードフォワード制御を実施する。

【 0 0 6 3 】

ここで、直列状態から並列状態への切り替え要求が生じた後で、かつ並列状態への切り替えが完了する以前にはステップ S 1 8 が実施されるが、この時点では、並列状態への切り替えが未完了であるために並列状態下での蓄電状態パラメータを取得することはできない。そのため、制御部 3 0 は、直列状態において、蓄電状態パラメータとしての各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の端子電圧を取得するとともに、それら各端子電圧に基づいて、各蓄電池 1 2 , 1 3 の端子電圧の差 V を算出する。そして、端子電圧の差 V に基づいてスイッチ 2 2 の調整抵抗値を決定する。このとき、図 8 の関係を用いて、スイッチ 2

10

20

30

40

50

2の調整抵抗値が設定されるとよい。なお、ステップS18では、直列状態下での蓄電状態パラメータが、並列状態での蓄電状態パラメータとして取得されるようになっている。

【0064】

又は、制御部30は、スイッチ状態パラメータとして並列通電経路上のスイッチ22の温度を取得し、そのスイッチ温度に基づいてスイッチ22の調整抵抗値を決定する。このとき、図9の関係を用いて、スイッチ22の調整抵抗値が設定されるとよい。

【0065】

上記のとおり、蓄電状態パラメータに基づいてスイッチ抵抗値が算出されるとともに、スイッチ状態パラメータに基づいてスイッチ抵抗値が算出される場合、例えばステップS17と同様に、それらの各々で算出されるスイッチ22の抵抗値のうち大きい方を、今回採用するスイッチ22の抵抗値として決定するとよい。又は、ステップS17と同様に、図10の関係を用いて、スイッチ22の抵抗値を決定するようにしてもよい。

10

【0066】

また、ステップS13で状態フラグ=0であると判定された場合、すなわち直列状態であると判定された場合、ステップS19では、リチウムイオン蓄電池12,13について並列状態から直列状態への切り替え要求時であるか否か、すなわち状態フラグの「10」の切り替え時であるか否かを判定する。例えば、電気負荷15や回転電機16の24V駆動が開始される場合に、並列状態から直列状態への切り替え要求が発生する。

【0067】

そして、切り替え要求時であれば、ステップS20に進み、リチウムイオン蓄電池12,13について並列状態から直列状態への切り替えの実施を指令する。具体的には、電池ユニットUの各スイッチ21~25のうち、スイッチ22,24を「ON OFF」に、スイッチ25を「OFF ON」にそれぞれ切り替える。なおこのとき、スイッチ22,24のOFF切り替えを先に、スイッチ25のON切り替えを後に実施するとよい。また、スイッチ22,24のOFF切り替えは、いずれか一方を先に他方を後に実施してもよい。これら各スイッチ22,24,25のオンオフの切り替えにより、リチウムイオン蓄電池12,13が直列状態に移行する。

20

【0068】

ステップS20において並列状態への切り替えが行われた場合、又はステップS19において否定判定がなされた場合にはステップS21に進む。ステップS21では、並列状態から直列状態への切り替え要求から所定時間が経過した後であるか否かを判定する。この所定時間は、並列から直列への状態切り替えに要する所要時間と、フィードバック制御遅れ時間とを加味した時間であり、例えば数~数10msec程度の時間である。ステップS21がYESであればステップS22に進み、ステップS21がNOであればステップS23に進む。

30

【0069】

ステップS22では、フィードバック制御により、各リチウムイオン蓄電池12,13の通電経路におけるスイッチ抵抗値の調整処理を実施する。このとき、各リチウムイオン蓄電池12,13の蓄電状態パラメータと、直列状態での通電経路上に存在する調整対象のスイッチ25の状態パラメータとに基づいて、フィードバック制御を実施する。これにより、リチウムイオン蓄電池12,13間を流れる電流が所望の値に制御される。

40

【0070】

具体的には、制御部30は、蓄電状態パラメータとしての各リチウムイオン蓄電池12,13の端子電圧を用いて、直列状態にあるリチウムイオン蓄電池12,13の合成電圧 V_{hi} （すなわち、出力端子P2の電圧値）を算出する。そして、図8の関係（ただし横軸は V_{hi} ）を用い、電圧 V_{hi} に基づいてスイッチ25の調整抵抗値を決定する。図8では、電圧 V_{hi} が大きいほど、スイッチ25の調整抵抗値が大きい値となる関係が定められている。又は、制御部30は、図9の関係を用い、スイッチ状態パラメータとしてのスイッチ25の温度に基づいてスイッチ25の調整抵抗値を決定する。

【0071】

50

上記のとおり、蓄電状態パラメータに基づいてスイッチ抵抗値が算出されるとともに、スイッチ状態パラメータに基づいてスイッチ抵抗値が算出される場合、例えば、それらの各々で算出されるスイッチ25の抵抗値のうち大きい方を、今回採用するスイッチ25の調整抵抗値として決定するとよい。

【0072】

なお、図10の関係(ただし横軸は V_{hi})を用いて、スイッチ25の調整抵抗値を決定するようにしてもよい。図10では、各リチウムイオン蓄電池12, 13の合成電圧 V_{hi} と、スイッチ25の温度と、スイッチ25の調整抵抗値との関係が定められている。この場合、上記の各パラメータに基づいて、スイッチ25の調整抵抗値が設定される。

【0073】

また、ステップS23では、フィードフォワード制御により、各リチウムイオン蓄電池12, 13の直列通電経路におけるスイッチ抵抗値の調整処理を実施する。このとき、各リチウムイオン蓄電池12, 13の蓄電状態パラメータと、直列状態での通電経路上に存在する調整対象のスイッチ25の状態パラメータとに基づいて、フィードフォワード制御を実施する。

【0074】

ここで、並列状態から直列状態への切り替え要求が生じた後で、かつ直列状態への切り替えが完了する以前にはステップS23が実施されるが、この時点では、直列状態への切り替えが未完了であるために直列状態下での蓄電状態パラメータを取得することはできない。そのため、制御部30は、並列状態において、蓄電状態パラメータとしての各リチウムイオン蓄電池12, 13の端子電圧を取得するとともに、それら各端子電圧に基づいて、各蓄電池12, 13の合成電圧 V_{hi} を算出する。そして、合成電圧 V_{hi} に基づいてスイッチ25の調整抵抗値を決定する。このとき、図8の関係(ただし横軸は V_{hi})を用いて、スイッチ25の調整抵抗値が設定されるとよい。なお、ステップS23では、並列状態下での蓄電状態パラメータが、直列状態での蓄電状態パラメータとして取得されるようになっている。

【0075】

又は、制御部30は、スイッチ状態パラメータとして直列通電経路上のスイッチ25の温度を取得し、そのスイッチ温度に基づいてスイッチ25の調整抵抗値を決定する。このとき、図9の関係を用いて、スイッチ25の調整抵抗値が設定されるとよい。

【0076】

上記のとおり、蓄電状態パラメータに基づいてスイッチ抵抗値が算出されるとともに、スイッチ状態パラメータに基づいてスイッチ抵抗値が算出される場合、例えばステップS22と同様に、それらの各々で算出されるスイッチ25の抵抗値のうち大きい方を、今回採用するスイッチ25の抵抗値として決定するとよい。又は、ステップS22と同様に、図10の関係(ただし横軸は V_{hi})を用いて、スイッチ25の抵抗値を決定するようにしてもよい。

【0077】

図11は、リチウムイオン蓄電池12, 13の直並列切り替えに伴う抵抗値制御をより具体的に説明するためのタイムチャートである。

【0078】

図11では、タイミング t_1 で直列状態から並列状態への切り替え要求が生じると、 $t_1 \sim t_3$ の間では、スイッチ21~25の切り替え操作により直列状態から並列状態への切り替えが行われる。具体的には、タイミング t_2 では、電池ユニットUの各スイッチ21~25のうち先にスイッチ25が「OFF」に切り替えられ、その後のタイミング t_3 ではスイッチ22, 24が「OFF」に切り替えられる。タイミング t_3 で並列状態への切り替えが完了する。このとき、スイッチ25が先にOFFに切り替えられることにより、各リチウムイオン蓄電池12, 13における地絡が抑制されるようになっている。

【0079】

10

20

30

40

50

また、タイミング $t_1 \sim t_4$ では、フィードフォワード制御により、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の通電経路におけるスイッチ抵抗値が調整される。このとき、次に並列状態に移行するのを見越して、並列状態での電池間経路に存在するスイッチ 22 を調整対象にし、並列状態下においてスイッチ 22 を介して過大な電流が流れないようにスイッチ抵抗値が調整される。つまり、並列切り替え完了時点であるタイミング t_3 を含む所定期間「 $t_1 \sim t_4$ 」では、並列状態での各パラメータとして取得された直列状態下でのパラメータを用い、フィードフォワード制御によりスイッチ抵抗値が調整される。

【0080】

その後、タイミング t_4 以降においては、フィードバック制御により、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の通電経路におけるスイッチ抵抗値が調整される。このとき、直前のフィードフォワード制御と同様に、スイッチ 22 を調整対象にし、そのスイッチ 22 を介して過大な電流が流れないようにスイッチ抵抗値が調整される。

【0081】

また、タイミング t_5 で並列状態から直列状態への切り替え要求が生じると、 $t_5 \sim t_7$ の期間では、スイッチ 21 ~ 25 の切り替え操作により並列状態から直列状態への切り替えが行われる。具体的には、タイミング t_6 では、電池ユニット U の各スイッチ 21 ~ 25 のうち先にスイッチ 22, 24 が「ON OFF」に切り替えられ、その後のタイミング t_7 ではスイッチ 25 が「OFF ON」に切り替えられる。タイミング t_7 で直列状態への切り替えが完了する。このとき、スイッチ 25 が後に ON に切り替えられることにより、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 における地絡が抑制されるようになっている。

【0082】

また、タイミング $t_5 \sim t_8$ では、フィードフォワード制御により、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の通電経路におけるスイッチ抵抗値が調整される。このとき、次に直列状態に移行するのを見越して、直列状態での電池間経路に存在するスイッチ 25 を調整対象にし、直列状態下においてスイッチ 25 を介して過大な電流が流れないようにスイッチ抵抗値が調整される。つまり、直列切り替え完了時点であるタイミング t_7 を含む所定期間「 $t_5 \sim t_8$ 」では、直列状態での各パラメータとして取得された並列状態下でのパラメータを用い、フィードフォワード制御によりスイッチ抵抗値が調整される。

【0083】

図 12 は、リチウムイオン蓄電池 12, 13 を直列状態から並列状態に切り替える際における通電電流の変化を示すタイムチャートである。図 12 に示す通電電流値は、並列状態下でリチウムイオン蓄電池 12, 13 間の通電経路に位置するスイッチ 22 に流れる電流値であり、実線は本実施形態の制御により得られる電流変化を示し、一点鎖線は本実施形態の制御を実施しない場合の電流変化を示す。

【0084】

図 12 では、タイミング t_{11} で直列状態から並列状態への切り替え要求が生じ、タイミング t_{12} で各スイッチ 21 ~ 25 の切り替え操作により直列状態から並列状態への切り替えが完了する。そしてこのタイミング t_{12} を含む期間 T_X ($t_{11} \sim t_{13}$) でフィードフォワード制御が実施される。このとき、既存の従来技術では、タイミング t_{12} の直後には、並列状態のリチウムイオン蓄電池 12, 13 間、すなわちスイッチ 22 に、一点鎖線で示すように各リチウムイオン蓄電池 12, 13 での SOC 差に起因する過電流の発生が懸念される。これに対し、本実施形態では、フィードフォワード制御でのスイッチ抵抗値の調整により、電流値の低減が図られている。

【0085】

また、タイミング t_{13} 以降においては、フィードバック制御により、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の通電経路におけるスイッチ抵抗値が調整される。ここでは、例えば各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の端子電圧の差 V に基づいてスイッチ 22 の調整抵抗値が決定される。このとき、過電流閾値 T_h を上限として通電電流値が制御される。タイミング t_{14} において、通電電流値が過電流閾値 T_h 未満になると、スイッチ抵抗値が

10

20

30

40

50

小さい値 (R_{min}) となる。以上により、不要なロスの発生が抑制される。

【0086】

図示による説明は省略するが、並列状態から直列状態への切り替えに際しては、フィードフォワード制御の実施により、切り替え直後において電気負荷 15 や回転電機 16 への突入電流の発生が抑制される。つまり、リチウムイオン蓄電池 12, 13 が並列状態から直列状態に切り替えられると、回転電機 16 等への出力電圧 (出力端子 P2 の電圧) が 12 V から 24 V に切り替えられ、その電圧差分から例えば回転電機 16 内の平滑コンデンサに対して突入電流が流れることが懸念される。この点、フィードフォワード制御でのスイッチ抵抗値の調整により突入電流の低減が可能となる。

【0087】

なお、電気負荷 15 や回転電機 16 が平滑コンデンサを有していることを加味すると、直列状態から並列状態への切り替え時にも、平滑コンデンサからの放電による突入電流の発生が懸念される。ただしこの点についても、フィードフォワード制御でのスイッチ抵抗値の調整により突入電流の低減が可能となる。

【0088】

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。

【0089】

上記構成では、直並列切り替え用の複数のスイッチの状態を示すスイッチ状態パラメータを取得し、そのスイッチ状態パラメータに基づいて、並列状態又は直列状態で通電経路に存在しているスイッチの抵抗値を調整するようにした。かかる場合、スイッチ抵抗値の調整により、並列状態又は直列状態で通電経路に流れる電流、すなわちリチウムイオン蓄電池 12, 13 どうして流れる電流等を制御でき、仮に蓄電池 12, 13 間で SOC ばらつきが生じていても、直並列切り替え用のスイッチに過電流が流れること等が抑制される。その結果、リチウムイオン蓄電池 12, 13 やスイッチ等の保護を図りつつ、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の適正な使用を実現できる。

【0090】

リチウムイオン蓄電池 12, 13 間における過電流の抑制が可能になれば、過電流に対する設計の余裕度を下げることができる。この場合、過電流抑制に関する設計の省略が可能となり、ひいてはコストの削減が可能となる。また、過電流の発生を見越して、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 での SOC ばらつきを抑制すべく出力制限をかけることが不要となる。そのため、蓄電池の能力を制限することが不要となり、蓄電池の能力を十分に活かすことができる。

【0091】

電池ユニット U 内の並列通電経路又は直列通電経路の経路抵抗値を変更する場合に、並列通電経路上のスイッチ 22 の抵抗値、又は直列通電経路上のスイッチ 25 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 22, 25 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でき、各スイッチ 21 ~ 25 の保護を図る上で好適な構成を実現できる。また、スイッチ 22, 25 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値の調整を実現できる。

【0092】

電池ユニット U 内の通電経路では、その通電経路上に存在するスイッチの状態に応じて、電流抑制の必要性が変わると考えられる。各リチウムイオン蓄電池 12, 13 が直列状態から並列状態に切り替えられる場合には、その切り替えに伴い過電流の発生が懸念される。この点、並列状態下において、スイッチ状態パラメータに基づいて、並列通電経路上のスイッチ 22 を調整対象として抵抗値を調整するようにしたため、過電流の発生を好適に抑制できる。

【0093】

リチウムイオン蓄電池 12, 13 が直列状態から並列状態に切り替えられる際には、接

10

20

30

40

50

続状態の変化に伴い瞬時電流が流れるが、切り替え完了後にスイッチ抵抗値を調整したのでは瞬時電流への対応が遅れることが考えられる。この点、並列状態への切り替え要求後において切り替え完了前及び切り替え完了後に、スイッチ状態パラメータに基づいてスイッチ抵抗値を調整するようにしたため、並列状態への切り替え完了時における瞬時電流の発生を抑制できる。

【 0 0 9 4 】

リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が直列状態から並列状態に切り替えられる際に、切り替え完了の時点で並列状態でのスイッチ状態パラメータが取得されていないと、瞬時電流への対応が遅れることが考えられる。この点、並列状態への切り替え要求後において並列切り替え完了前に、並列状態でのスイッチ状態パラメータを取得しておき、フィードフォワード制御によりスイッチ抵抗値を調整するようにしたため、並列状態への切り替え時において瞬時電流への対応をいち早く実施できる。

10

【 0 0 9 5 】

並列状態下において、並列通電経路上に存在するスイッチ 2 2 ~ 2 4 のうち、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 間に存在するスイッチ 2 2 について抵抗値を調整するようにした。この場合、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の保護を図る上で好適な構成を実現できる。

【 0 0 9 6 】

各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が並列状態から直列状態に切り替えられる場合には、その切り替えに伴い過電流の発生が懸念される。この点、直列状態下において、スイッチ状態パラメータに基づいて、直列通電経路上のスイッチ 2 5 を調整対象として抵抗値を調整するようにしたため、過電流の発生を好適に抑制できる。

20

【 0 0 9 7 】

リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が並列状態から直列状態に切り替えられる際には、接続状態の変化に伴い瞬時電流（負荷突入電流）が流れるが、切り替え完了後にスイッチ抵抗値を調整したのでは瞬時電流への対応が遅れることが考えられる。この点、直列状態への切り替え要求後において切り替え完了前及び切り替え完了後に、スイッチ状態パラメータに基づいてスイッチ抵抗値を調整するようにしたため、直列状態への切り替え完了時における瞬時電流の発生を抑制できる。

【 0 0 9 8 】

30

リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 が並列状態から直列状態に切り替えられる際に、切り替え完了の時点で直列状態でのスイッチ状態パラメータが取得されていないと、瞬時電流への対応が遅れることが考えられる。この点、直列状態への切り替え要求後において直列切り替え完了前に、直列状態でのスイッチ状態パラメータを取得しておき、フィードフォワード制御によりスイッチ抵抗値を調整するようにしたため、直列状態への切り替え時において瞬時電流への対応をいち早く実施できる。

【 0 0 9 9 】

直列状態下において、直列通電経路上に存在するスイッチ 2 3 , 2 5 のうち、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 間に存在するスイッチ 2 5 について抵抗値を調整するようにした。この場合、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の保護を図る上で好適な構成を実現できる。

40

【 0 1 0 0 】

スイッチ状態パラメータとして、スイッチ温度を取得し、その取得結果に基づいてスイッチ抵抗値を調整する構成とした。この場合、スイッチ温度を加味してフィードバック制御を実施することで、各スイッチの保護を図る上でより好適な構成を実現できる。

【 0 1 0 1 】

スイッチ状態パラメータとして、いずれかのスイッチの通電電流を取得し、その取得結果に基づいてスイッチ抵抗値を調整する構成とした。この場合、実際のスイッチ状態に則してフィードバック制御を実現できる。

【 0 1 0 2 】

50

並列通電経路又は直列通電経路では、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の蓄電状態に応じてそれら各通電経路を流れる電流の大きさが変わる。この点において、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の蓄電状態パラメータに基づいて、スイッチ抵抗値を調整するようにしたため、各通電経路において適正な電流制御を実施することができる。

【0103】

蓄電状態パラメータとして、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の充放電電流、端子電圧、SOC の少なくとも 1 つを取得し、その取得結果に基づいてスイッチ抵抗値を調整する構成とした。この場合、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の実際の蓄電状態に則してフィードバック制御を実現できる。

【0104】

蓄電状態パラメータとして、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の温度を取得し、その取得結果に基づいてスイッチ抵抗値を調整する構成とした。この場合、電池温度を加味してフィードバック制御を実施することで、各蓄電池 12, 13 の保護を図る上でより好適な構成を実現できる。

【0105】

各リチウムイオン蓄電池 12, 13 の放電時及び充電時の少なくともいずれかで、スイッチ抵抗値を調整する構成とした。これにより、二次電池としてのリチウムイオン蓄電池 12, 13 を有する電池ユニット U において好適なる使用を実現できる。

【0106】

スイッチ 21 ~ 25 を半導体スイッチング素子により構成したため、MOSFET のゲート電圧制御等により、所望の電流制御を簡易に実施できる。

【0107】

スイッチ 21 ~ 25 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。

【0108】

各スイッチ 21 ~ 25 として、2 つ一組の MOSFET を用い、それら各 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る構成を採用した。これにより、各スイッチ 21 ~ 25 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。

【0109】

直並列切り替え用のスイッチ 21 ~ 25 を抵抗可変部として用い、スイッチ抵抗値を調整することで電流制御を実施する構成とした。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電流制御を実施することにより、構成の煩雑化を伴うことなく、各リチウムイオン蓄電池 12, 13 やスイッチに流れる電流を所望のとおり制御することができる。

【0110】

抵抗値調整対象の各スイッチ 21 ~ 25 についてデジタルアナログ制御又は PWM 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。PWM 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。

【0111】

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 30 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。

【0112】

（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。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 3 】

・上記図 7 にて実施されるフィードバック制御やフィードフォワード制御において、蓄電状態パラメータとして、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の端子電圧に代えて又は加えて、リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の通電電流、SOC の少なくともいずれかを用いて、上記のフィードバック制御やフィードフォワード制御を実施してもよい。ここで、蓄電状態パラメータとして、充放電電流、端子電圧、SOC のうち 2 以上を取得し、それらを用いてスイッチ抵抗値の調整を実施する構成であってもよい。この場合、取得パラメータを増やすことで、電流制御の精度向上や、破壊に対するマージンの拡大を図ることができる。

【 0 1 1 4 】

・蓄電状態パラメータとして、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の温度を取得し、その取得結果に基づいてスイッチ抵抗値を調整する構成としてもよい。具体的には、図 9 又は図 1 0 における「温度」を電池温度とした上で、これら図 9 又は図 1 0 の関係に基づいてスイッチ抵抗値を設定するとよい。この場合、電池温度を加味してフィードバック制御やフィードフォワード制御を実施することで、各蓄電池 1 2 , 1 3 の保護を図る上でより好適な構成を実現できる。電池温度は、充放電電流や端子電圧、SOC といった電氣的なパラメータとは異なり、直並列の状態（すなわちスイッチの状態）に関係なく任意のタイミングで取得できるパラメータであり、各リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 の状態を好適に監視できる。

【 0 1 1 5 】

・スイッチ状態パラメータとして、並列通電経路又は直列通電経路に存在しているスイッチの少なくともいずれかの通電電流を取得し、その取得結果に基づいてスイッチ抵抗値を調整する構成としてもよい。具体的には、図 1 3 の関係を用い、スイッチ通電電流に基づいてスイッチ抵抗値を設定する。又は、図 1 4 の関係を用い、スイッチ通電電流とスイッチ温度とに基づいて、スイッチ抵抗値を設定する。この場合にもやはり、実際のスイッチ状態に則してフィードバック制御を実現できる。

【 0 1 1 6 】

・上記実施形態では、蓄電状態パラメータとスイッチ状態パラメータとの両方を用いてスイッチ抵抗値を調整する構成としたが、これを変更し、それら各パラメータのうちいずれか一方のみを用いてスイッチ抵抗値を調整する構成としてもよい。

【 0 1 1 7 】

・上記実施形態は、並列状態においてスイッチ 2 2 を調整対象として抵抗値調整を行い、直列状態においてスイッチ 2 5 を調整対象として抵抗値調整を行う構成としたが、これを変更してもよい。並列状態において並列通電経路に存在するスイッチ 2 2 , 2 3 , 2 4 の少なくとも 1 つを調整対象として抵抗値調整を行う構成であればよい。また、直列状態において直列通電経路に存在するスイッチ 2 3 , 2 5 の少なくとも 1 つを調整対象として抵抗値調整を行う構成であればよい。

【 0 1 1 8 】

・スイッチ状態パラメータを取得するスイッチと、抵抗調整対象のスイッチとが相違する構成であってもよい。例えば、並列状態において並列通電経路に存在するスイッチ 2 2 , 2 3 , 2 4 のうち、スイッチ 2 2 についてスイッチ状態パラメータを取得し、スイッチ 2 3 , 2 4 のいずれかについて抵抗値調整を行う構成とする。また、直列状態において直列通電経路に存在するスイッチ 2 3 , 2 5 のうち、スイッチ 2 3 についてスイッチ状態パラメータを取得し、スイッチ 2 5 について抵抗値調整を行う構成とする。

【 0 1 1 9 】

・リチウムイオン蓄電池 1 2 , 1 3 間の経路を含む通電経路に過電流が流れたことを判定するための過電流閾値を定めておき、制御部 3 0 が、過電流閾値に基づいて過電流の有無を判定する構成としてもよい。かかる場合に、制御部 3 0 は、蓄電状態パラメータとしての充放電電流、端子電圧、SOC、電池温度の少なくともいずれかに基づいて過電流閾値を設定する構成とする。このとき、過電流が流れやすい状態であれば、過電流閾値を小

10

20

30

40

50

さくするとよい。また、スイッチ状態パラメータとしてのスイッチ通電電流、スイッチ温度の少なくともいずれかに基づいて過電流閾値を設定する構成とすることも可能である。

【0120】

・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ってもよい。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。

【0121】

・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。

【0122】

・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。

【0123】

・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。

【符号の説明】

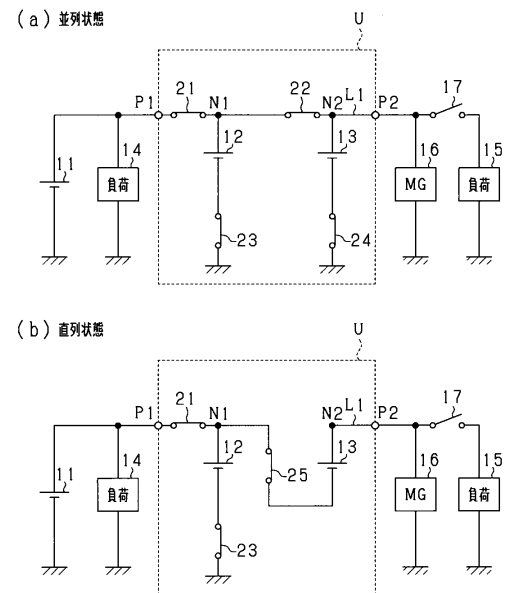
【0124】

12, 13 ... リチウムイオン蓄電池（蓄電手段）、21 ~ 25 ... スイッチ（スイッチ手段、切替部）、30 ... 制御部（取得部、抵抗制御部）。

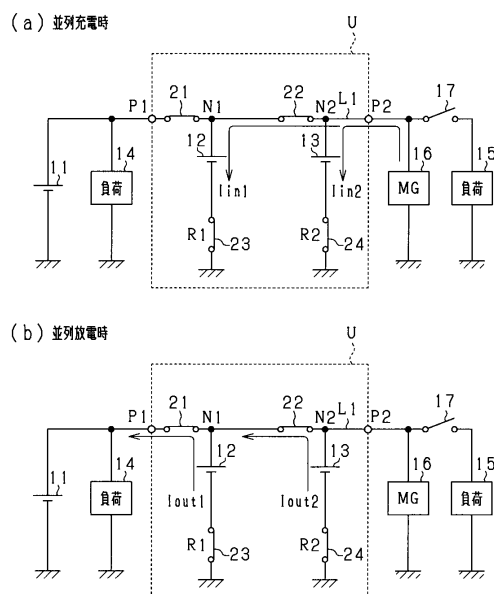
10

20

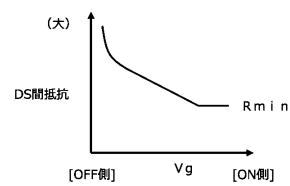
【 図 3 】



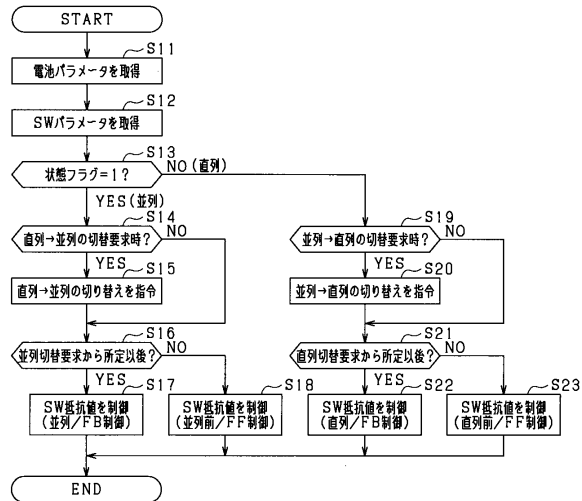
【圖 5】



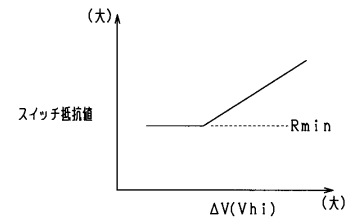
【 図 6 】



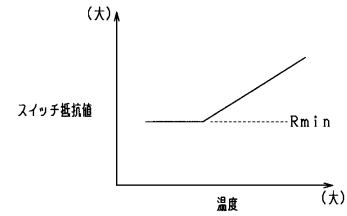
【図 7】



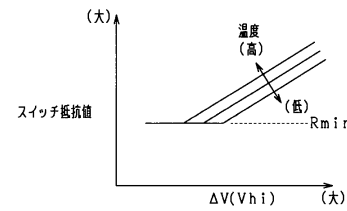
【図 8】



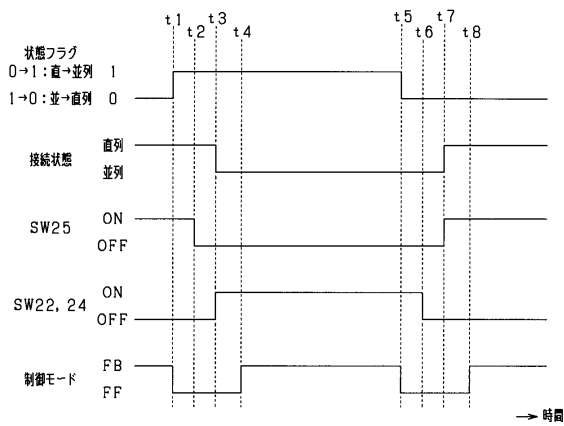
【図 9】



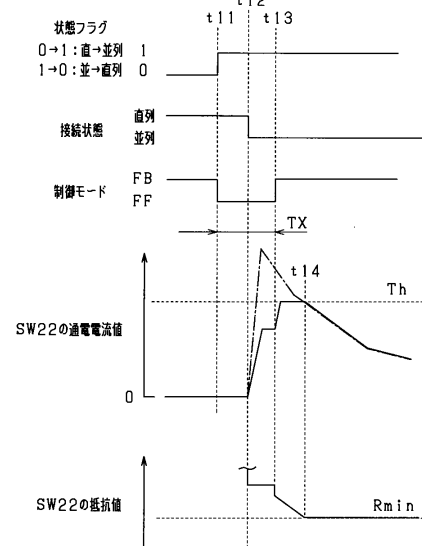
【図 10】



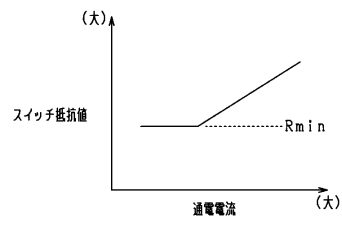
【図 11】



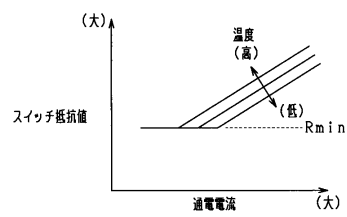
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 N 11/08 L

(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 坂東 博司

(56)参考文献 特開平11-299119(JP,A)
特開2007-274830(JP,A)
国際公開第2013/076877(WO,A1)
特開2008-289296(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
H 0 2 J 7 / 0 0
F 0 2 N 1 1 / 0 8
H 0 1 M 1 0 / 4 8