

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7364064号
(P7364064)

(45)発行日 令和5年10月18日(2023.10.18)

(24)登録日 令和5年10月10日(2023.10.10)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 2 H	7/18 (2006.01)	H 0 2 H	7/18
H 0 2 J	7/00 (2006.01)	H 0 2 J	7/00 S
H 0 2 J	7/34 (2006.01)	H 0 2 J	7/34 B
H 0 1 M	10/48 (2006.01)	H 0 1 M	10/48 P
		H 0 2 J	7/00 3 0 2 C
請求項の数 9 (全27頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2022-524447(P2022-524447)	(73)特許権者	000006231
(86)(22)出願日	令和3年5月14日(2021.5.14)		株式会社村田製作所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/018482		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87)国際公開番号	WO2021/235365	(74)代理人	100174388
(87)国際公開日	令和3年11月25日(2021.11.25)		弁理士 龍竹 史朗
審査請求日	令和4年10月24日(2022.10.24)	(72)発明者	鈴木 達也
(31)優先権主張番号	特願2020-89606(P2020-89606)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(32)優先日	令和2年5月22日(2020.5.22)		株式会社村田製作所内
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	森 倫也
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内
		審査官	清水 祐樹
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 バッテリシステムの制御方法およびバッテリシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

負荷へ電力供給可能な複数のバッテリモジュールについて、電力供給の実行または停止を制御するモジュール制御部を有するバッテリシステムの制御方法であって、

前記モジュール制御部は、前記複数のバッテリモジュールそれぞれが有するバッテリーの電圧値、蓄電残量を示すSOC値、温度の少なくとも1つに基づいて、前記複数のバッテリモジュールそれぞれが異常か正常かを監視し、異常を検出した場合、異常のあるバッテリモジュールを停止させずに選択し、その後、前記負荷へ供給される電流の電流値を検出する電流検出部により検出された電流値を取得し、正常であり且つ前記負荷へ電力を供給している全てのバッテリモジュールの定格電流の合計値と、取得した前記電流検出部により検出された前記負荷へ供給される電流の電流値と、を比較し、前記負荷へ供給される電流の電流値が前記負荷へ電力を供給している全てのバッテリモジュールの定格電流の合計値よりも大きい場合、前記複数のバッテリモジュールの全てを停止する制御を行い、前記負荷へ供給される電流の電流値が前記負荷へ電力を供給している全てのバッテリモジュールの定格電流の合計値以下の場合、異常のあるバッテリモジュールを停止させ且つ正常なバッテリモジュールを停止させない制御を行う、

バッテリシステムの制御方法。

【請求項2】

前記モジュール制御部は、前記複数のバッテリモジュールの中に、前記バッテリーの電圧値が予め設定された第1電圧閾値を下回るバッテリモジュールが存在すると判定すると、

前記バッテリーの電圧値が前記第 1 電圧閾値を下回るバッテリーモジュールを異常と判定する、
請求項 1 に記載のバッテリーシステムの制御方法。

【請求項 3】

前記モジュール制御部は、前記複数のバッテリーモジュールの中に、前記バッテリーの電圧値が前記第 1 電圧閾値よりも大きい予め設定された第 2 電圧閾値を下回るバッテリーモジュールが存在すると判定すると、前記負荷へ供給される電流の電流値が前記バッテリーの電圧値が前記第 2 電圧閾値を下回るバッテリーモジュールを除く全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値以下の場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させ且つ正常なバッテリーモジュールを停止させない制御を行う、

請求項 2 に記載のバッテリーシステムの制御方法。

10

【請求項 4】

前記モジュール制御部は、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが有するバッテリーの温度に基づいて、前記複数のバッテリーモジュールのうちの少なくとも 1 つのバッテリーモジュールの前記バッテリーの温度が予め設定された温度閾値を上回るとき、前記バッテリーの温度が前記温度閾値を上回る少なくとも 1 つのバッテリーモジュールを異常と判定する、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のバッテリーシステムの制御方法。

【請求項 5】

前記モジュール制御部は、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが有するバッテリーの前記 SOC 値に基づいて、前記複数のバッテリーモジュールのうちの少なくとも 1 つのバッテリーモジュールの前記 SOC 値が予め設定された SOC 閾値を下回るとき、前記 SOC 値が予め設定された SOC 閾値を下回る少なくとも 1 つのバッテリーモジュールを異常と判定する、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のバッテリーシステムの制御方法。

20

【請求項 6】

負荷への電力供給可能な複数のバッテリーモジュールと、

前記複数のバッテリーモジュールについて、電力供給の実行または停止を制御するモジュール制御部と、を備え、

前記モジュール制御部は、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが有するバッテリーの電圧値、蓄電残量を示す SOC 値、温度の少なくとも 1 つに基づいて、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが異常か正常かを監視し、異常を検出した場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させずに選択し、その後、前記負荷へ供給される電流の電流値を検出する電流検出部により検出された電流値を取得し、正常であり且つ前記負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値と、取得した前記電流検出部により検出された前記負荷へ供給される電流の電流値と、を比較し、前記負荷へ供給される電流の電流値が前記負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値よりも大きい場合、前記複数のバッテリーモジュールの全てを停止する制御を行い、前記負荷へ供給される電流の電流値が前記負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値以下の場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させ且つ正常なバッテリーモジュールを停止させない制御を行う、

30

バッテリーシステム。

40

【請求項 7】

前記モジュール制御部は、前記複数のバッテリーモジュールのうちの少なくとも 1 つのバッテリーモジュールのバッテリーの電圧値が、予め設定された第 1 電圧閾値を下回るとき、前記バッテリーの電圧値が前記第 1 電圧閾値を下回る少なくとも 1 つのバッテリーモジュールを異常と判定し、前記複数のバッテリーモジュールの中に、前記バッテリーの電圧値が前記第 1 電圧閾値よりも大きい予め設定された第 2 電圧閾値を下回るバッテリーモジュールが存在すると判定すると、前記負荷へ供給される電流の電流値が前記バッテリーの電圧値が前記第 2 電圧閾値を下回るバッテリーモジュールを除く全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値以下の場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させ且つ正常なバッテリーモジュールを停止させない制御を行う、

50

請求項 6 に記載のバッテリーシステム。

【請求項 8】

前記モジュール制御部は、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが有するバッテリーの温度に基づいて、前記複数のバッテリーモジュールのうちの少なくとも 1 つのバッテリーモジュールの前記バッテリーの温度が予め設定された温度閾値を上回るとき、前記バッテリーの温度が前記温度閾値を上回る少なくとも 1 つのバッテリーモジュールを異常と判定する、

請求項 6 または 7 に記載のバッテリーシステム。

【請求項 9】

前記モジュール制御部は、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが有するバッテリーの前記 SOC 値に基づいて、前記複数のバッテリーモジュールのうちの少なくとも 1 つのバッテリーモジュールの前記 SOC 値が予め設定された SOC 閾値を下回るとき、前記 SOC 値が予め設定された SOC 閾値を下回る少なくとも 1 つのバッテリーモジュールを異常と判定する、

請求項 6 から 8 のいずれか 1 項に記載のバッテリーシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バッテリーシステムの制御方法およびバッテリーシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

ニッケル-水素バッテリーを複数個直列に接続して成る組電池が複数個並列に接続された複数の組電池と、複数の組電池の充電を制御する充電制御手段と、複数の組電池の放電を制御する放電制御手段と、複数の組電池の残存容量を演算し、複数の組電池の状態を監視する電池監視手段と、を備える電源装置が提案されている（例えば特許文献 1 参照）。この電源装置では、電池監視手段が、複数の組電池のうちの少なくとも 1 つの組電池の残存容量が第 1 の残存容量値以下になった場合、充電制御手段にその組電池への充電を開始させる。一方、電池監視手段は、複数の組電池のうちの少なくとも 1 つの組電池の残存容量が第 1 の残存容量値よりも低い第 2 の残存容量値以下になった場合、放電制御手段にその組電池からの放電を停止させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2004-120855 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、特許文献 1 に記載された電源装置では、複数の組電池のうちの少なくとも 1 つの組電池の放電を停止させた場合、負荷へ供給される電力が残りの組電池で賄われることとなり、残りの組電池の放電電力の上昇に伴い、残りの組電池から放電制御手段を構成するパワースイッチ素子に過度の放電電流が流れ、パワースイッチ素子にストレスが加わり故障してしまう虞がある。

【0005】

本発明は、上記事由に鑑みてなされたものであり、バッテリーモジュールの故障を抑制できるバッテリーシステムの制御方法およびバッテリーシステムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明の一態様に係るバッテリーシステムの制御方法は、負荷へ電力供給可能な複数のバッテリーモジュールについて、電力供給の実行または停止を制御するモジュール制御部を有するバッテリーシステムの制御方法であって、

前記モジュール制御部は、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが有するバッテリーの

10

20

30

40

50

電圧値、蓄電残量を示すSOC値、温度の少なくとも1つに基づいて、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが異常か正常かを監視し、異常を検出した場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させずに選択し、その後、前記負荷へ供給される電流の電流値を検出する電流検出部により検出された電流値を取得し、正常であり且つ前記負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値と、取得した前記電流検出部により検出された前記負荷へ供給される電流の電流値と、を比較し、前記負荷へ供給される電流の電流値が前記負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値よりも大きい場合、前記複数のバッテリーモジュールの全てを停止する制御を行い、前記負荷へ供給される電流の電流値が前記負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値以下の場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させ且つ正常なバッテリーモジュールを停止させない制御を行う。

10

【0007】

また、本発明の一態様に係るバッテリーシステムの制御方法は、

前記モジュール制御部が、前記複数のバッテリーモジュールの中に、前記バッテリーの電圧値が予め設定された第1電圧閾値を下回るバッテリーモジュールが存在すると判定すると、前記バッテリーの電圧値が前記第1電圧閾値を下回るバッテリーモジュールを異常と判定してもよい。

【0008】

また、本発明の一態様に係るバッテリーシステムの制御方法は、

前記モジュール制御部が、前記複数のバッテリーモジュールの中に、前記バッテリーの電圧値が前記第1電圧閾値よりも大きい予め設定された第2電圧閾値を下回るバッテリーモジュールが存在すると判定すると、前記負荷へ供給される電流の電流値が前記バッテリーの電圧値が前記第2電圧閾値を下回るバッテリーモジュールを除く全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値以下の場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させ且つ正常なバッテリーモジュールを停止させない制御を行ってもよい。

20

【0009】

また、本発明の一態様に係るバッテリーシステムの制御方法は、

前記モジュール制御部が、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが有するバッテリーの温度に基づいて、前記複数のバッテリーモジュールのうちの少なくとも1つのバッテリーモジュールの前記バッテリーの温度が予め設定された温度閾値を上回るとき、前記バッテリーの温度が前記温度閾値を上回る少なくとも1つのバッテリーモジュールを異常と判定してもよい。

30

【0010】

また、本発明の一態様に係るバッテリーシステムの制御方法は、

前記モジュール制御部が、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが有するバッテリーの前記SOC値に基づいて、前記複数のバッテリーモジュールのうちの少なくとも1つのバッテリーモジュールの前記SOC値が予め設定されたSOC閾値を下回るとき、前記SOC値が予め設定されたSOC閾値を下回る少なくとも1つのバッテリーモジュールを異常と判定してもよい。

【0011】

他の観点から見た本発明の一態様に係るバッテリーシステムは、

負荷への電力供給可能な複数のバッテリーモジュールと、

前記複数のバッテリーモジュールについて、電力供給の実行または停止を制御するモジュール制御部と、を備え、

40

前記モジュール制御部は、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが有するバッテリーの電圧値、蓄電残量を示すSOC値、温度の少なくとも1つに基づいて、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが異常か正常かを監視し、異常を検出した場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させずに選択し、その後、前記負荷へ供給される電流の電流値を検出する電流検出部により検出された電流値を取得し、正常であり且つ前記負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値と、取得した前記電流検出部により検出された前記負荷へ供給される電流の電流値と、を比較し、前記負荷へ供給される電

50

流の電流値が前記負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値よりも大きい場合、前記複数のバッテリーモジュールの全てを停止する制御を行い、前記負荷へ供給される電流の電流値が前記負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値以下の場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させ且つ正常なバッテリーモジュールを停止させない制御を行う。

【0012】

また、本発明の一態様に係るバッテリーシステムは、

前記モジュール制御部が、前記複数のバッテリーモジュールのうちの少なくとも1つのバッテリーモジュールのバッテリーの電圧値が、予め設定された第1電圧閾値を下回るとき、前記バッテリーの電圧値が前記第1電圧閾値を下回る少なくとも1つのバッテリーモジュールを異常と判定し、前記複数のバッテリーモジュールの中に、前記バッテリーの電圧値が前記第1電圧閾値よりも大きい予め設定された第2電圧閾値を下回るバッテリーモジュールが存在すると判定すると、前記負荷へ供給される電流の電流値が前記バッテリーの電圧値が前記第2電圧閾値を下回るバッテリーモジュールを除く全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値以下の場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させ且つ正常なバッテリーモジュールを停止させない制御を行う、ものであってもよい。

【0013】

また、本発明の一態様に係るバッテリーシステムは、

前記モジュール制御部が、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが有するバッテリーの温度に基づいて、前記複数のバッテリーモジュールのうちの少なくとも1つのバッテリーモジュールの前記バッテリーの温度が予め設定された温度閾値を上回るとき、前記バッテリーの温度が前記温度閾値を上回る少なくとも1つのバッテリーモジュールを異常と判定する、ものであってもよい。

【0014】

また、本発明の一態様に係るバッテリーシステムは、

前記モジュール制御部が、前記複数のバッテリーモジュールそれぞれが有するバッテリーの前記SOC値に基づいて、前記複数のバッテリーモジュールのうちの少なくとも1つのバッテリーモジュールの前記SOC値が予め設定されたSOC閾値を下回るとき、前記SOC値が予め設定されたSOC閾値を下回る少なくとも1つのバッテリーモジュールを異常と判定する、ものであってもよい。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、モジュール制御部が、複数のバッテリーモジュールそれぞれが有するバッテリーの電圧値、蓄電残量を示すSOC値、温度の少なくとも1つに基づいて、複数のバッテリーモジュールそれぞれが異常か正常かを監視し、異常を検出した場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させずに選択し、その後、負荷へ供給される電流の電流値を検出する電流検出部により検出された電流値を取得し、正常であり且つ負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値と、取得した電流検出部により検出された負荷へ供給される電流の電流値と、を比較し、負荷へ供給される電流の電流値が負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値よりも大きい場合、複数のバッテリーモジュールの全てを停止する制御を行い、負荷へ供給される電流の電流値が負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値以下の場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させ且つ正常なバッテリーモジュールを停止させない制御を行う。このような制御により、停止したバッテリーモジュール以外の他の駆動中のバッテリーモジュールが供給する電力が多くなり、過度のストレスが加わることが生じないので、過度のストレスに起因したバッテリーモジュールの故障が抑制される。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施の形態1に係る電源システムのブロック図である。

【図2】実施の形態1に係るモジュール制御部の機能ブロック図である。

【図 3】実施の形態 1 に係るモジュール制御部が実行するバッテリーシステム制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図 4】本発明の実施の形態 2 に係る電源システムのブロック図である。

【図 5】実施の形態 2 に係るモジュール制御部の機能ブロック図である。

【図 6】実施の形態 2 に係るモジュール制御部が実行するバッテリーシステム制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図 7】本発明の実施の形態 3 に係る電源システムのブロック図である。

【図 8】実施の形態 3 に係るモジュール制御部の機能ブロック図である。

【図 9】実施の形態 3 に係るモジュール制御部が実行するバッテリーシステム制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図 10】変形例に係る電源システムのブロック図である。

【図 11】変形例に係る電源システムのブロック図である。

【図 12】変形例に係る電源システムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

(実施の形態 1)

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。本実施の形態に係るバッテリーシステムは、負荷への電力供給可能な複数のバッテリーモジュールと、複数のバッテリーモジュールから負荷への電力供給または電力供給の停止を制御するモジュール制御部と、を備える。そして、モジュール制御部は、複数のバッテリーモジュールそれぞれが有するバッテリーの電圧値、蓄電残量を示す SOC 値、温度の少なくとも 1 つに基づいて、複数のバッテリーモジュールそれぞれが異常か正常かを監視する。ここで、モジュール制御部は、異常を検出した場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させずに選択し、その後、正常であり且つ負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値と、負荷へ供給される電流の電流値と、を比較する。ここで、モジュール制御部は、負荷へ供給される電流の電流値が負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値よりも大きい場合、複数のバッテリーモジュールの全てを停止する制御を行い、負荷へ供給される電流の電流値が負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計値以下の場合、異常のあるバッテリーモジュールを停止させ且つ正常なバッテリーモジュールを停止させない制御を行う。

【0018】

本実施の形態に係る電源システムは、例えば停電時におけるバックアップ電源が必要なサーバへ電力を供給する用途で使用されるものである。本実施の形態に係る電源システムは、図 1 に示すように、2 つの電源モジュール 12A、12B と、バッテリーシステム 101 と、を備える。2 つの電源モジュール 12A、12B およびバッテリーシステム 101 は、負荷 31 に接続されており、電源モジュール 12A、12B およびバッテリーシステム 101 から負荷 31 へ電力が供給される。負荷 31 は、例えば 1 つの筐体内に抜き差し可能に搭載されたブレードサーバである。

【0019】

電源モジュール 12A、12B は、それぞれ、AC-DC コンバータ 121A、121B と、AC-DC コンバータ 121A、121B の動作を制御するコンバータ制御部 122A、122B と、を有し、予め設定された一定の電圧を負荷 31 へ出力する。ここで、負荷 31 へ出力される電圧は、負荷 31 の入力定格電圧に基づいて設定され、例えば 12V に設定されている。AC-DC コンバータ 121A、121B は、系統電源 11 と負荷 31 との間に並列接続されている。AC-DC コンバータ 121A、121B は、それぞれ、トランスと、整流平滑回路と、スイッチング素子を含み昇圧動作または降圧動作を行う電力変換回路と、を有する。また、電源モジュール 12A、12B は、それぞれ、AC-DC コンバータ 121A、121B の出力電圧を検出する電圧検出部 211A、211B と、出力電流を検出する電流検出部 212A、212B と、を有する。

【0020】

コンバータ制御部 122A、122B は、例えば内部クロックを有するマイコンであり、2つの AC-DC コンバータ 121A、121B それぞれに対応している。コンバータ制御部 122A、122B は、AC-DC コンバータ 121A、121B の電力変換回路のスイッチング素子の動作制御を介して AC-DC コンバータ 121A、121B を定電圧制御する。これにより、各 AC-DC コンバータ 121A、121B は、それぞれ系統電源 11 から供給される交流（例えば 200V）を、変圧および整流平滑化してから降圧して直流電圧（例えば 12V）に変換して負荷 31 へ供給する。また、コンバータ制御部 122A、122B は、それぞれ、制御対象である AC-DC コンバータ 121A、121B から負荷 31 へ出力される電流の電流値を示す出力電流情報をバッテリーシステム 101 へ出力する。また、コンバータ制御部 122A、122B は、例えば系統電源 11 の停電時のような場合、AC-DC コンバータ 121A、121B を停止させるとき、停止通知情報をバッテリーシステム 101 へ出力する。

【0021】

電流検出部 212A、212B は、それぞれ、例えば AC-DC コンバータ 121A、121B と負荷 31 との間に直列に接続された抵抗（図示せず）の両端間に生じる電圧を検出することにより AC-DC コンバータ 121A、121B の出力電流の電流値を検出する。そして、電圧検出部 212A、212B は、それぞれ、検出した出力電流に比例した電圧をコンバータ制御部 122A、122B へ出力する。電圧検出部 211A、211B は、それぞれ、電源モジュール 12A、12B の出力端に生じる電圧を一定の分圧比で分圧した電圧と負荷 31 の仕様に基づいて予め設定された基準電圧との差分電圧を検出する。そして、電圧検出部 211A、211B は、検出した差分電圧に応じた電圧をコンバータ制御部 122A、122B へ出力する。コンバータ制御部 122A、122B は、電圧検出部 211A、211B から入力される差分電圧に基づいて、AC-DC コンバータ 121A、121B の出力電圧が前述の基準電圧に対応する一定の電圧で維持するように AC-DC コンバータ 121A、121B の動作を制御する。

【0022】

バッテリーシステム 101 は、3つのバッテリーモジュール 13A、13B、13C と、バッテリーモジュール 13A、13B、13C から負荷 31 への電力供給または電力供給の停止を制御するモジュール制御部 51 と、を備える。バッテリーモジュール 13A、13B、13C は、負荷 31 および電源モジュール 12A、12B に共通電力線 L1 を介して接続されている。バッテリーモジュール 13A、13B、13C は、それぞれ、バッテリー 41A、41B、41C と、双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C と、双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C の動作を制御するコンバータ制御部 132A、132B、132C と、電流検出部 232 と、電圧検出部 231、241 と、を有する。バッテリー 41A、41B、41C は、例えばリチウムイオンバッテリー、レドックスフロー電池等であり、例えば 3.5V から 5.9V の直流電圧を出力する。バッテリー 41A、41B、41C は、例えば筒状であり筒軸方向における両端部に電極が設けられた電池を複数個電気的に接続してなるものである。

【0023】

双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C は、スイッチング素子を含み昇圧動作または降圧動作を行う。双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C は、バッテリー 41A、41B、41C から出力される電流を負荷 31 へ供給する放電モードと、電源モジュール 12A、12B から供給される電力でバッテリー 41A、41B、41C を充電する充電モードと、のいずれかで動作する。コンバータ制御部 132A、132B、132C は、例えば内部クロックを有するマイコンであり、双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C のスイッチング素子の動作を制御する。ここで、コンバータ制御部 132A、132B、132C は、双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C を PWM 制御する。コンバータ制御部 132A、132B、132C は、例えば電源モジュール 12A、12B から負荷 31 へ電力供給が行われている場合、双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C を充電モードで動作

させる。一方、コンバータ制御部 132A、132B、132C は、後述するモジュール制御部 51 から放電指令情報が入力されると、放電モードで動作させる。このとき、コンバータ制御部 132A、132B、132C は、負荷 31 へ出力される電圧が一定となるように、双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C を定電圧制御する。更に、コンバータ制御部 132A、132B、132C は、後述するモジュール制御部 51 から停止指令情報が入力されると、双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C を停止させる。

【0024】

電流検出部 232 は、例えば双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C と負荷 31 との間に直列に接続された抵抗（図示せず）の両端間に生じる電圧を検出することにより双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C の出力電流または入力電流の電流値を検出する。そして、電流検出部 232 は、検出した出力電流に比例した電圧をコンバータ制御部 132A、132B、132C へ出力する。

【0025】

電圧検出部 231 は、例えばバッテリーモジュール 13A、13B、13C の出力端に生じる電圧を一定の分圧比で分圧した電圧と負荷 31 の仕様に基づいて予め設定された基準電圧との差分電圧を検出する。そして、電圧検出部 231 は、検出した差分電圧に応じた電圧をコンバータ制御部 132A、132B、132C へ出力する。コンバータ制御部 132A、132B、132C は、双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C を放電モードで動作させる場合、電圧検出部 231 から入力される差分電圧に基づいて、双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C の出力電圧が前述の基準電圧に対応する一定の電圧で維持するように双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C の動作を制御する。

【0026】

電圧検出部 241 は、バッテリー 41A、41B、41C の出力端間に生じる電圧、即ち、電池電圧を検出する。電圧検出部 241 としては、例えばバッテリー 41A、41B、41C を構成する複数の電池のそれぞれの電極に共通接続され正極側のタブと負極側のタブとに接続され、正極側のタブと負極側のタブとの間に生じる電圧を計測する電圧センサを有するものが採用される。そして、電圧検出部 241 は、検出した電圧を示す検出電圧信号をコンバータ制御部 132A、132B、132C へ出力する。コンバータ制御部 132A、132B、132C は、電圧検出部 241 から入力される検出電圧信号からバッテリー 41A、41B、41C の電池電圧を示す電池電圧情報を生成し、生成した電池電圧情報をモジュール制御部 51 へ出力する。

【0027】

モジュール制御部 51 は、電源モジュール 12A、12B のコンバータ制御部 122A、122B から前述の停止通知情報が入力されると、バッテリーモジュール 13A、13B、13C の双方向 DC-DC コンバータ 131A、131B、131C を放電モードで動作させるよう指令する放電指令情報をコンバータ制御部 132A、132B、132C へ出力する。そして、モジュール制御部 51 は、コンバータ制御部 132A、132B、132C から入力される電池電圧情報に基づいて、バッテリー 41A、41B、41C の中から、電池電圧が予め設定された第 1 電圧閾値を下回るバッテリー（例えばバッテリー 41A）を有するバッテリーモジュール 13A を選択する。ここで、電池電圧が第 1 電圧閾値を下回ることが、バッテリーモジュール 13A、13B、13C の第 1 停止条件に相当する。なお、第 1 電圧閾値は、例えばバッテリー 41A、41B、41C それぞれの最大定格電圧の 10% に相当する電圧を下回る電圧に設定することができる。そして、モジュール制御部 51 は、負荷 31 への供給が要求される負荷電流の電流値が、バッテリーモジュール 13A、13B、13C のうちバッテリーモジュール 13A を除く他のすべてのバッテリーモジュールのうち、負荷 31 に電力を供給しているバッテリーモジュール群に属するバッテリーモジュール 13B、13C の定格電流の合計電流値を上回る場合、バッテリーモジュール 13A、13B、13C から負荷 31 への電力供給を停止させるようにコンバータ制御部 132A、

132B、132Cを制御する。ここで、負荷31への供給が要求される負荷電流の電流値が、バッテリーモジュール13A、13B、13Cのうち電池電圧が第1電圧閾値を下回るもの除く他の全ての定格電流の合計電流値を上回ることが、バッテリーモジュール13A、13B、13Cの第2停止条件に相当する。モジュール制御部51は、プロセッサとメモリとを有し、プロセッサがメモリの記憶するプログラムを実行することにより、図2に示すように、負荷電流取得部511、電圧取得部512、モジュール定格電流演算部513、判定部514、選択部515および指令部516として機能する。また、メモリは、第1電圧閾値を示す情報を記憶する閾値記憶部531と、負荷31へ供給することが要求される電流の電流値を示す負荷電流情報を記憶する負荷電流記憶部532と、バッテリーモジュール13A、13B、13Cそれぞれの定格電流値を示す定格電流情報を記憶する定格電流記憶部539と、を有する。第1電圧閾値は、例えばバッテリー41A、41B、41Cが満充電時における電池電圧の60%の電圧に設定される。

10

【0028】

負荷電流取得部511は、バッテリーモジュール13A、13B、13Cの双方向DC-DCコンバータ131A、131B、131Cが放電モードで動作している間、予め設定された周期で、繰り返しコンバータ制御部132A、132B、132Cから入力される出力電流情報に基づいて負荷電流情報を生成して負荷電流記憶部532に記憶させる。

【0029】

電圧取得部512は、コンバータ制御部132A、132B、132Cから入力される電池電圧情報を取得し、取得した電池電圧情報が示す電圧値を判定部514に通知する。モジュール定格電流演算部513は、定格電流記憶部539が記憶するバッテリーモジュール13A、13B、13Cの一部の定格電流情報を参照して、バッテリーモジュール13A、13B、13Cの一部の定格電流の合計電流値を算出し、算出した合計電流値を判定部514に通知する。

20

【0030】

判定部514は、バッテリーモジュール13A、13B、13Cそれぞれが有するバッテリー41A、41B、41Cの電池電圧の電圧値に基づいて、バッテリーモジュール13A、13B、13Cそれぞれが異常か正常かを監視する。ここで、判定部514は、電圧取得部512から通知される電池電圧の電圧値に基づいて、バッテリーモジュール13A、13B、13Cそれぞれが有するバッテリー41A、41B、41Cの中に、電池電圧の電圧値が前述の第1電圧閾値を下回るものが存在するか否かを判定する。また、判定部514は、負荷電流記憶部532が記憶する負荷電流情報を取得し、負荷電流情報が示す電流値が、バッテリー41A、41B、41Cの電池電圧の電圧値が第1電圧閾値を下回るものを除くバッテリーモジュール13A、13B、13Cそれぞれの定格電流の合計電流値を上回るか否かを判定する。

30

【0031】

選択部515は、判定部514によりバッテリーモジュール13A、13B、13Cそれぞれが有するバッテリー41A、41B、41Cの中に電池電圧の電圧が第1電圧閾値を下回るものが存在する、即ち、異常なバッテリーモジュール13A、13B、13Cが存在すると判定されると、そのバッテリーモジュール13A、13B、13Cを第1バッテリーモジュールとして選択する。

40

【0032】

指令部516は、例えば電源モジュール12A、12Bが稼働中の場合、バッテリーモジュール13A、13B、13Cの双方向DC-DCコンバータ131A、131B、131Cを充電モードで動作させるよう指令する充電指令情報をコンバータ制御部132A、132B、132Cへ出力する。ここで、指令部516は、電源モジュール12A、12Bのコンバータ制御部122A、122Bから前述の停止通知情報が入力されると、双方向DC-DCコンバータ131A、131B、131Cを放電モードで動作させるよう指令する放電指令情報をコンバータ制御部132A、132B、132Cへ出力する。これにより、コンバータ制御部132A、132B、132Cは、双方向DC-DCコンバー

50

タ 1 3 1 A、1 3 1 B、1 3 1 C を放電モードで動作させ、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C から負荷 3 1 へ電力が供給される。そして、指令部 5 1 6 は、判定部 5 1 4 により負荷電流情報が示す電流値が、バッテリーモジュール 1 3 A、1 3 B、1 3 C のうち前述の第 1 バッテリーモジュールを除くそれぞれの定格電流の合計電流値を上回ると判定されると、バッテリーモジュール 1 3 A、1 3 B、1 3 C を停止させるよう指令する停止指令情報を出力する。

【0033】

次に、本実施の形態に係るモジュール制御部 5 1 が実行するバッテリーシステム制御処理について図 3 を参照しながら説明する。このバッテリーシステム制御処理は、予め設定された処理周期で繰り返し実行される。処理周期は、例えば 1 m s e c に設定される。まず、電圧取得部 5 1 2 は、バッテリーモジュール 1 3 A、1 3 B、1 3 C のコンバータ制御部 1 3 2 A、1 3 2 B、1 3 2 C それぞれから電池電圧情報を取得する（ステップ S 1 0 1）。このとき、電圧取得部 5 1 2 は、取得した電池電圧情報が示す電圧値を判定部 5 1 4 に通知する。

【0034】

次に、判定部 5 1 4 は、電池電圧の電圧値 V_b が第 1 電圧閾値 V_{bth1} を下回るものが存在するか否かを判定する（ステップ S 1 0 2）。なお、判定部は、実施の形態 2、3 で後述するように、更に、バッテリーモジュール 1 3 A、1 3 B、1 3 C の中に、温度が予め設定された温度閾値を上回るものが存在するか否かを判定するものであってもよい、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の中に、SOC 値が予め設定された SOC 閾値を下回るものが存在するか否かを判定するものであってもよい。

【0035】

ここで、判定部 5 1 4 が、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の電池電圧の電圧値 V_b 全てが第 1 電圧閾値 V_{bth1} 以上であると判定すると（ステップ S 1 0 2：No）、そのままバッテリーシステム制御処理が終了する。一方、判定部 5 1 4 が、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の中に、電池電圧の電圧値 V_b が第 1 電圧閾値 V_{bth1} を下回るものが存在すると判定したとする（ステップ S 1 0 2：Yes）。この場合、選択部 5 1 5 は、判定部 5 1 4 により電池電圧の電圧値が第 1 電圧閾値を下回ると判定されたバッテリー（例えばバッテリー 4 1 A）を有するバッテリーモジュール 1 3 A を選択する（ステップ S 1 0 3）。このステップ S 1 0 2 およびステップ S 1 0 3 の一連の処理において、判定部 5 1 4 がバッテリーモジュール 1 3 A、1 3 B、1 3 C の中に、第 1 停止条件を満たすものがあるか存在するかどうかを判定し、選択部 5 1 5 が、第 1 停止条件を満たすバッテリーモジュールを選択する。なお、ステップ S 1 0 3 の終了時点では、バッテリーモジュール 1 3 A は停止しない。このように、ステップ S 1 0 2 およびステップ S 1 0 3 の一連の処理では、停止させるバッテリーモジュール（例えばバッテリーモジュール 1 3 A）を選択する。なお、バッテリーモジュール 1 3 B とバッテリーモジュール 1 3 C とは、負荷 3 1 へ電力を供給しているものとする。

【0036】

その後、判定部 5 1 4 は、負荷電流記憶部 5 3 2 が記憶する負荷電流情報を取得する（ステップ S 1 0 4）。次に、モジュール定格電流演算部 5 1 3 は、ステップ S 1 0 3 で選択部 5 1 5 が選択したバッテリーモジュール 1 3 A を除く負荷 3 1 へ電力を供給している全てのバッテリーモジュール（この場合は、バッテリーモジュール 1 3 B とバッテリーモジュール 1 3 C）の定格電流の合計電流値 W_{bt} を算出する（ステップ S 1 0 5）。このとき、モジュール定格電流演算部 5 1 3 は、算出した合計電流値 W_{bt} を判定部 5 1 4 に通知する。続いて、判定部 5 1 4 は、取得した負荷電流情報が示す電流値 W_L が、バッテリーモジュール 1 3 B、1 3 C の定格電流の合計電流値 W_{bt} を上回るか否かを判定する（ステップ S 1 0 6）。ここで、負荷電流情報が示す電流値 W_L が、バッテリーモジュール 1 3 B、1 3 C の定格電流の合計電流値 W_{bt} を上回ることが第 2 停止条件である。ここで、判定部 5 1 4 が、負荷電流情報が示す電流値 W_L がバッテリーモジュール 1 3 B、1 3 C の定格電流の合計電流値 W_{bt} 以下と判定したとする（ステップ S 1 0 6：No）。この場合、選

択部 515 は、バッテリーモジュールを選択せず、そのまま後述のステップ S108 の処理が実行される。

【0037】

一方、判定部 514 が、負荷電流情報が示す電流値 W_L がバッテリーモジュール 13B、13C の定格電流の合計電流値 W_{bt} を上回ると判定したとする（ステップ S106：Yes）。この場合、選択部 515 は、ステップ S103 で選択部 515 が選択したバッテリーモジュール 13A を除き、ステップ 1 で負荷へ電力を供給していた全てのバッテリーモジュール（この場合は、バッテリーモジュール 13B とバッテリーモジュール 13C）を選択する（ステップ S107）。このステップ S104 からステップ S107 までの一連の処理で選択されたバッテリーモジュール（この場合は、バッテリーモジュール 13B とバッテリーモジュール 13C）は、この時点では停止しない。

【0038】

その後、指令部 516 は、前述のステップ S103 とステップ S107 とにおいて選択された全てのバッテリーモジュールに対し、一括して停止指令情報を送信し（ステップ S108）、バッテリーシステム制御処理が終了する。なお、ステップ S102 およびステップ S103 の一連の処理を実行する時点において、例えばバッテリーモジュール 13B が負荷 31 へ電力供給をしていない場合、ステップ S105 において、モジュール定格電流演算部 513 は、バッテリーモジュール 13B の定格電流を除外し、バッテリーモジュール 13C の定格電流の電流値を合計電流値 W_{bt} として算出する。

【0039】

以上説明したように、本実施の形態に係るバッテリーシステム 101 によれば、ステップ S102 およびステップ S103 の一連の処理において、バッテリーモジュール 13A、13B、13C の中から、バッテリー 41A、41B、41C の電池電圧の電圧値が第 1 電圧閾値を下回るバッテリーモジュール（例えばバッテリーモジュール 13A）を選択する。そして、負荷電流情報が示す電流値が、バッテリーモジュール 13A、13B、13C のうちのバッテリーモジュール 13A を除き、負荷 31 に電力を供給していた全てのバッテリーモジュール 13B、13C の定格電流の合計電流値を上回る場合、バッテリーモジュール 13B、13C を選択する。そして、指令部 516 が、選択部 515 が選択した全てのバッテリーモジュールに対して、一括して停止指令情報を送信することにより、負荷 31 への電力供給が停止される。このように、一括してバッテリーモジュールの停止指令情報を送信することにより、バッテリーモジュール 13A、13B、13C に過度のストレスが加わることが抑制されるので、過度のストレスに起因したバッテリーモジュール 13A、13B、13C の故障が抑制される。

【0040】

ところで、バッテリー 41A、41B、41C から過度の放電電流が流出したことに起因して停止させた場合、バッテリーシステムの使用者はバッテリー 41A、41B、41C とその周辺の回路の異常有無等を確認する必要がある。これに対して、本実施の形態に係るバッテリーシステム 101 によれば、バッテリー 41A、41B、41C から過度の放電電流が流出すると予測される場合、即ち、負荷電流情報が示す電流値が、バッテリーモジュール 13A、13B、13C のうちのバッテリーモジュール 13A を除く他の全てのバッテリーモジュール 13B、13C の定格電流の合計電流値を上回る場合、バッテリー 41A、41B、41C の放電を停止させるため、バッテリーモジュール 13B、13C に過度の放電電流が生じることはない。これにより、バッテリー 41A、41B、41C を再起動させる際の異常有無等の確認が不要となるため、バッテリーモジュール 13A、13B、13C の M T T R (mean time to recovery) を短縮することができる。

【0041】

（実施の形態 2）

本実施の形態に係るバッテリーシステムは、複数のバッテリーモジュールそれぞれが自機の温度を検出する温度検出部を備える点で実施の形態 1 と相違する。本実施の形態に係るモジュール制御部は、複数のバッテリーモジュールの中に、電池電圧が予め設定された第 1 電

10

20

30

40

50

圧閾値または温度が予め設定された温度閾値を上回る第1バッテリーモジュールが存在するとき、第1バッテリーモジュールを選択する。また、モジュール制御部は、複数のバッテリーモジュールのうちの第1バッテリーモジュールを除き且つ負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの集まりであるバッテリーモジュール群の中から、電池電圧が第1電圧閾値よりも高い予め設定された第2電圧閾値を下回るバッテリーモジュールを第2バッテリーモジュールとし、負荷へ供給することが要求される電流の電流値がバッテリーモジュール群から第2バッテリーモジュールを除くバッテリーモジュールそれぞれの定格電流の合計電流値を上回る場合、バッテリーモジュール群に属する全てのバッテリーモジュールを選択する。そして、モジュール制御部は、選択した全てのバッテリーモジュールの負荷への電力供給を停止させる。

10

【0042】

本実施の形態に係る電源システムは、図4に示すように、2つの電源モジュール12A、12Bと、バッテリーシステム2101と、を備える。なお、図4において、実施の形態1と同様の構成については図1と同一の符号を付している。バッテリーシステム2101は、3つのバッテリーモジュール2013A、2013B、2013Cと、バッテリーモジュール2013A、2013B、2013Cから負荷31への電力供給または電力供給の停止を制御するモジュール制御部2051と、を備える。バッテリーモジュール2013A、2013B、2013Cは、それぞれ、バッテリー41A、41B、41Cと、双方向DC-DCコンバータ131A、131B、131Cと、双方向DC-DCコンバータ131A、131B、131Cの動作を制御するコンバータ制御部132A、132B、132Cと、電流検出部232と、電圧検出部231、241と、温度検出部2251と、を有する。

20

【0043】

温度検出部2251は、熱電対、サーミスタ等を利用した温度センサと、温度センサにより検出される周囲の温度を示す温度情報をモジュール制御部2051へ出力する温度情報出力部と、を有する。

【0044】

モジュール制御部2051は、コンバータ制御部132A、132B、132Cから入力される電池電圧情報および温度検出部2251から入力される温度情報に基づいて、バッテリーモジュール2013A、2013B、2013Cの中から、電池電圧が予め設定された第1電圧閾値を下回るバッテリーを有するバッテリーモジュールまたは温度が予め設定された温度閾値を上回るバッテリーモジュール2013Aを選択する。ここで、バッテリーモジュール2013A、2013B、2013Cが有するバッテリー41A、41B、41Cの電池電圧が予め設定された第1電圧閾値を下回ること、または、バッテリーモジュール2013A、2013B、2013Cの温度が温度閾値を上回ることが、バッテリーモジュール2013A、2013B、2013Cの第1停止条件に相当する。そして、モジュール制御部2051は、負荷31への供給が要求される負荷電流の電流値が、バッテリーモジュール2013A、2013B、2013Cのうち選択したバッテリーモジュール2013Aと、バッテリー41A、42B、43Cの電池電圧が第1電圧閾値よりも大きい予め設定された第2電圧閾値を下回るバッテリーモジュール2013Bを除く他の全てのバッテリーモジュール2013Cの定格電流の合計電流値を上回る場合、バッテリーモジュール2013A、2013B、2013Cから負荷31への電力供給を停止させるようにコンバータ制御部132A、132B、132Cを制御する。ここで、負荷31への供給が要求される負荷電流の電流値が、バッテリーモジュール2013A、2013B、2013Cのうち、電池電圧が第1閾値を下回るまたは温度が温度閾値を上回るものと、電池電圧が第2電圧閾値を下回るものを除く他の全てのバッテリーモジュールの定格電流の合計電流値を上回ることが、バッテリーモジュール2013A、2013B、2013Cの第2停止条件に相当する。モジュール制御部2051では、プロセッサがメモリの記憶するプログラムを実行することにより、図5に示すように、負荷電流取得部511、電圧取得部512、温度取得部2517、モジュール定格電流演算部513、判定部2514、選択部515および指令

30

40

50

部 5 1 6 として機能する。なお、図 5 において、実施の形態 1 と同様の構成は図 2 と同一の符号を付している。また、メモリは、第 1 電圧閾値、第 2 電圧閾値および温度閾値を示す情報を記憶する閾値記憶部 2 5 3 1 と、負荷電流情報を記憶する負荷電流記憶部 5 3 2 と、定格電流記憶部 5 3 9 と、を有する。ここで、第 2 電圧閾値は、第 1 電圧閾値よりも低い電圧に設定される。第 1 電圧閾値は、例えばバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C が満充電時における電池電圧の 6 0 % の電圧に設定され、第 2 電圧閾値は、例えばバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C が満充電時における電池電圧の 6 2 % の電圧に設定される。また、温度閾値は、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の許容温度に基づいて設定され、例えば 8 0 °C に設定される。

【 0 0 4 5 】

温度取得部 2 5 1 7 は、バッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C それぞれの温度検出部 2 2 5 1 から入力される温度情報を取得し、取得した温度情報が示す温度を判定部 2 5 1 4 に通知する。

【 0 0 4 6 】

判定部 2 5 1 4 は、電圧取得部 5 1 2 から通知される電池電圧の電圧値に基づいて、バッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C それぞれが有するバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の中に、電池電圧の電圧値が前述の第 1 電圧閾値を下回るものが存在するか否かを判定する。また、判定部 2 5 1 4 は、バッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C それぞれが有するバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の温度に基づいて、バッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C それぞれが異常か正常かを監視する。ここで、判定部 2 5 1 4 は、温度取得部 2 5 1 7 から通知される温度に基づいて、バッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C の中に、温度が前述の温度閾値を上回るものが存在するか否かを判定する。また、判定部 5 1 4 は、バッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C のうちのバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の電池電圧の電圧値が第 1 電圧閾値を下回るものおよび温度が温度閾値を上回るものを除くバッテリーモジュール群に属するバッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C の中から、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の電池電圧の電圧値が前述の第 2 電圧閾値を下回るものが存在するか否かを判定する。更に、判定部 2 5 1 4 は、負荷電流記憶部 5 3 2 が記憶する負荷電流情報を取得し、負荷電流情報が示す電流値が、バッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C のうちのバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の電池電圧の電圧値が第 1 電圧閾値を下回るものおよび温度が温度閾値を上回るものおよびバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の電池電圧の電圧値が第 2 電圧閾値を下回るものを除くバッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C の定格電流の合計電流値を上回るか否かを判定する。

【 0 0 4 7 】

選択部 5 1 5 は、判定部 2 5 1 4 によりバッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C の中にバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の電池電圧の電圧値が第 1 電圧閾値を下回るもの、または、温度が温度閾値を上回るものが存在すると判定されると、そのバッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C を第 1 バッテリーモジュールとして選択する。また、選択部 5 1 5 は、判定部 5 1 4 によりバッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C のうちの前述の第 1 バッテリーモジュールを除くバッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C の中から、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の電池電圧の電圧値が第 2 電圧閾値を下回るものを第 2 バッテリーモジュールとし、負荷 3 1 へ供給することが要求される電流の電流値がバッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C のうち第 1 バッテリーモジュールと第 2 バッテリーモジュールを除いたバッテリーモジュールそれぞれの定格電流値の合計値を上回る場合、バッテリーモジュール 2 0 1 3 A、2 0 1 3 B、2 0 1 3 C のうち第 1 バッテリーモジュールを除く全てのバッテリーモジュールを選択する。ここで、例えばバッテリーモジュール 2 0 1 3 A のバッテリー 4 1 A の電池電圧の電圧値が第 1 電圧閾値を下回る場合、選択部 5 1 5 は、バッテリーモジュール 2 0 1 3 A を第 1 バッテリーモジュールとして選択する。或いは、例えばバッテリーモジュール 2 0 1 3 A

の温度が温度閾値を上回る場合も、選択部 515 は、バッテリーモジュール 2013A を第 1 バッテリーモジュールとして選択する。そして、残りの負荷 31 へ電力を供給しているバッテリーモジュール 2013B、2013C のバッテリー 41B、41C のうち、バッテリー 41B の電池電圧の電圧値が第 2 電圧閾値を下回る場合、選択部 515 は、バッテリーモジュール 2013B を第 2 バッテリーモジュールとし、負荷 31 へ供給することが要求される電流の電流値がバッテリーモジュール 2013A、2013B、2013C のうち第 1 バッテリーモジュール 2013A と第 2 バッテリーモジュール 2013B を除いたバッテリーモジュール 2013C の定格電流値を上回る場合、バッテリーモジュール 2013A、2013B、2013C のうち第 1 バッテリーモジュール 2013A を除く全てのバッテリーモジュール 2013B、2013C を選択する。

10

【0048】

次に、本実施の形態に係るモジュール制御部 2051 が実行するバッテリーシステム制御処理について図 6 を参照しながら説明する。このバッテリーシステム制御処理は、実施の形態 1 と同様に、予め設定された処理周期で繰り返し実行される。まず、電圧取得部 512 は、バッテリーモジュール 2013A、2013B、2013C のコンバータ制御部 132A、132B、132C それぞれから電池電圧情報を取得する（ステップ S201）。このとき、電圧取得部 512 は、取得した電池電圧情報が示す電圧値を判定部 2514 に通知する。

【0049】

次に、判定部 2514 は、電池電圧の電圧値 V_b が第 1 電圧閾値 V_{bth1} を下回るものが存在するか否かを判定する（ステップ S202）。ここで、判定部 2514 が、バッテリー 41A、41B、41C の中に、電池電圧の電圧値 V_b が第 1 電圧閾値 V_{bth1} を下回るものが存在すると判定したとする（ステップ S202: Yes）。この場合、選択部 515 は、判定部 2514 により電池電圧の電圧値が第 1 電圧閾値を下回ると判定されたバッテリー（例えばバッテリー 41A）を有するバッテリーモジュール 2013A を選択する（ステップ S205）。一方、判定部 2514 が、バッテリー 41A、41B、41C の電池電圧の電圧値 V_b 全てが第 1 電圧閾値 V_{bth1} 以上であると判定したとする（ステップ S202: No）。この場合、温度取得部 2517 は、バッテリーモジュール 2013A、2013B、2013C それぞれの温度検出部 2251 から温度情報を取得する（ステップ S203）。このとき、温度取得部 2517 は、取得した温度情報が示す温度を判定部 2514 に通知する。次に、判定部 2514 は、温度取得部 2517 から通知されるバッテリーモジュール 2013A、2013B、2013C それぞれの温度に基づいて、バッテリーモジュール 2013A、2013B、2013C の中に、温度 T_{hm} が温度閾値 $T_{hmt h1}$ を上回るものが存在するか否かを判定する（ステップ S204）。ここで、判定部 2514 が、バッテリーモジュール 2013A、2013B、2013C の温度 T_{hm} 全てが温度閾値 $T_{hmt h1}$ 以下であると判定すると（ステップ S204: No）、そのままバッテリーシステム制御処理が終了する。一方、判定部 2514 が、バッテリーモジュール 2013A、2013B、2013C の中に、温度 T_{hm} が温度閾値 $T_{hmt h1}$ を上回るものが存在すると判定したとする（ステップ S204: Yes）。この場合、選択部 515 は、判定部 2514 により温度 T_{hm} が温度閾値 $T_{hmt h1}$ を上回ると判定されたバッテリーモジュール（例えばバッテリーモジュール 2013A）を選択する（ステップ S205）。ここで、判定部 2514 がバッテリーモジュール 2013A、2013B、2013C の中に、前述の第 1 停止条件を満たすものがあるか存在するかどうかを判定し、選択部 515 が、前述の第 1 停止条件を満たすバッテリーモジュールを選択する。なお、ステップ S205 の終了時点では、バッテリーモジュール 2013A は停止しない。このステップ S201 からステップ S205 までの一連の処理では、停止させるバッテリーモジュール（例えばバッテリーモジュール 2013A）を選択するステップである。なお、前述のステップ S202 の処理が実行されずに、ステップ S203 および S204 の処理のみが実行されてもよい。

20

30

40

【0050】

50

続いて、判定部 2514 は、負荷 31 へ電力を供給しているバッテリーモジュール 2013A、2013B、2013C のうちのバッテリー 41A、41B、41C の電池電圧の電圧値 V_b が第 1 電圧閾値 V_{bth1} 以上であるまたは温度 T_{hm} が温度閾値 $T_{hmt h1}$ 以下であるバッテリーモジュール 2013B、2013C の中に、バッテリー 41A、41B、41C の電池電圧の電圧値 V_b が第 2 電圧閾値 V_{bth2} を下回るものが存在するか否かを判定する（ステップ S206）。判定部 2514 が、バッテリー 41B、41C の電池電圧の電圧値 V_b が全て第 2 電圧閾値 V_{bth2} 以上であると判定すると（ステップ S206：No）、後述するステップ S208 の処理が実行される。一方、判定部 2514 が、バッテリー 41B、41C の中に電池電圧の電圧値 V_b が全て第 2 電圧閾値 V_{bth2} を下回るものが存在すると判定したとする（ステップ S206：Yes）。この場合、選択部 515 は、判定部 2514 により電池電圧の電圧値 V_b が第 2 電圧閾値 V_{bth2} を下回ると判定されたバッテリー（例えばバッテリー 41B）を有するバッテリーモジュール 2013B を後述するステップ S209 におけるバッテリーモジュールの定格電流値の合計電流値 W_{bt} の計算対象から除外する（ステップ S207）。

10

【0051】

その後、判定部 2514 は、負荷電流記憶部 532 が記憶する負荷電流情報を取得する（ステップ S208）。次に、モジュール定格電流演算部 513 は、ステップ S205 で選択部 515 が選択したバッテリーモジュール 2013A と、ステップ S207 で判定部 2514 が判定したバッテリーモジュール 2013B を除く、負荷 31 へ電力を供給している全てのバッテリーモジュール（この場合は、バッテリーモジュール 2013C）の定格電流の合計電流値 W_{bt} を算出する（ステップ S209）。続いて、判定部 2514 は、取得した負荷電流情報が示す電流値 W_L が、モジュール定格電流演算部 513 が算出した定格電流の合計電流値 W_{bt} を上回るか否かを判定する（ステップ S210）。ここで、判定部 2514 が、負荷電流情報が示す電流値 W_L がバッテリーモジュール 2013C の定格電流の合計電流値 W_{bt} 以下と判定したとする（ステップ S210：No）。この場合、指令部 516 は、前述のステップ S205 において選択されたバッテリーモジュール 2013A に対し、一括して停止指令情報を送信し（ステップ S212）、バッテリーシステム制御処理が終了する。

20

【0052】

一方、判定部 514 が、負荷電流情報が示す電流値 W_L がバッテリーモジュール 2013C の定格電流の合計電流値 W_{bt} を上回ると判定したとする（ステップ S210：Yes）。この場合、選択部 515 は、ステップ S205 で選択部 515 が選択したバッテリーモジュール 2013A を除く負荷 31 へ電力を供給している全てのバッテリーモジュール（この場合は、バッテリーモジュール 2013B とバッテリーモジュール 2013C）を選択する（ステップ S211）。このステップ S206 からステップ S211 までの一連の処理で選択されたバッテリーモジュール（この場合は、バッテリーモジュール 2013B とバッテリーモジュール 2013C）は、この時点では停止しない。

30

【0053】

その後、指令部 516 は、前述のステップ S205 とステップ S211 とにおいて選択された全てのバッテリーモジュールに対し、一括して停止指令情報を送信し（ステップ S212）、バッテリーシステム制御処理が終了する。

40

【0054】

以上説明したように、本実施の形態に係るバッテリーシステム 2101 によれば、バッテリーモジュール 2013A、2013B、2013C の中から、温度が温度閾値を上回るバッテリーモジュール（例えばバッテリーモジュール 2013A）の双方向 DC-DC コンバータ 131A を停止させる。これにより、バッテリーモジュール 2013A、2013B、2013C の温度の過度の上昇が防止できるので、過度の温度上昇に起因したバッテリーモジュール 2013A、2013B、2013C の故障が抑制される。

【0055】

また、本実施の形態に係るモジュール制御部 2051 は、負荷 31 へ供給することが要

50

求される電流の電流値が、バッテリーモジュール 2013A、2013B、2013Cのうち、電池電圧の電圧値が第1電圧閾値を下回るまたは温度が温度閾値を上回るバッテリーモジュール 2013Aと、電池電圧が第2電圧閾値を下回るバッテリーモジュール 2013Bを除く他の全てのバッテリーモジュール 2013Cのそれぞれの定格電流の合計電流値を上回る場合、バッテリーモジュール 2013A、2013B、2013Cから負荷 31への電力供給を停止させる。これにより、電池電圧の電圧値が第1電圧閾値を下回る可能性の高いバッテリー 41Bを有するバッテリーモジュール 2013Bを事前に停止させることができるので、バッテリー 41Bの過放電によるバッテリー 41Bの損傷を抑制することができる。

【0056】

(実施の形態3)

本実施の形態に係るバッテリーシステムは、複数のバッテリーモジュールそれぞれがバッテリーからの放電電流またはバッテリーへの充電電流を検出する電流検出部を備える点で実施の形態1と相違する。ここで、本実施の形態に係るモジュール制御部は、電流検出部により検出される放電電流または充電電流の電流値の履歴に基づいて、バッテリーの蓄電残量を示すSOC値を算出する。そして、モジュール制御部は、複数のバッテリーモジュールそれぞれのバッテリーの中に、電池電圧が予め設定された第1電圧閾値またはSOC値が予め設定されたSOC閾値を下回るバッテリーを有する第1バッテリーモジュールが存在するとき、その第1バッテリーモジュールを選択する。また、モジュール制御部は、複数のバッテリーモジュールのうちの第1バッテリーモジュールを除き且つ負荷へ電力を供給している全てのバッテリーモジュールの集まりであるバッテリーモジュール群の中から、第1電圧閾値よりも高い

【0057】

本実施の形態に係る電源システムは、図7に示すように、2つの電源モジュール12A、12Bと、バッテリーシステム3101と、を備える。なお、図7において、実施の形態1と同様の構成については図1と同一の符号を付している。バッテリーシステム3101は、3つのバッテリーモジュール3013A、3013B、3013Cと、バッテリーモジュール3013A、3013B、3013Cから負荷31への電力供給または電力供給の停止を制御するモジュール制御部3051と、を備える。バッテリーモジュール3013A、3013B、3013Cは、それぞれ、バッテリー41A、41B、41Cと、双方向DC-DCコンバータ131A、131B、131Cと、双方向DC-DCコンバータ131A、131B、131Cの動作を制御するコンバータ制御部3132A、3132B、3132Cと、電流検出部232、3242と、電圧検出部231、241と、を有する。

【0058】

電流検出部3242は、バッテリー41A、41B、41Cと双方向DC-DCコンバータ131A、131B、131Cとの間に直列に接続された抵抗(図示せず)の両端間に生じる電圧を検出することによりバッテリー41A、41B、41Cの放電電流または双方向DC-DCコンバータ131A、131B、131Cからバッテリー41A、41B、41Cへ出力される充電電流の電流値を検出する。そして、電流検出部3242は、検出した電流を示す検出電流信号をコンバータ制御部3132A、3132B、3132Cへ出力する。

【0059】

コンバータ制御部3132A、3132B、3132Cは、それぞれ、電流検出部3242から入力される検出電流信号からバッテリー41A、41B、41Cの放電電流または充電電流の電流値を示す充放電電流情報を生成し、生成した充放電電流情報をモジュール制御部3051へ出力する。ここで、コンバータ制御部3132A、3132B、313

2 C は、充放電電流情報とともに双方向 D C - D C コンバータ 1 3 1 A、1 3 1 B、1 3 1 C の動作モードを示す動作モード情報をモジュール制御部 3 0 5 1 へ出力する。また、コンバータ制御部 3 1 3 2 A、3 1 3 2 B、3 1 3 2 C は、電圧検出部 2 4 1 から入力される検出電圧信号からバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の電池電圧を示す電池電圧情報を生成し、生成した電池電圧情報をモジュール制御部 3 0 5 1 へ出力する。

【0060】

モジュール制御部 3 0 5 1 は、コンバータ制御部 3 1 3 2 A、3 1 3 2 B、3 1 3 2 C から入力される充放電電流情報に基づいて、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C それぞれの蓄電残量を示す S O C 値を算出する。そして、モジュール制御部 3 0 5 1 は、コンバータ制御部 3 1 3 2 A、3 1 3 2 B、3 1 3 2 C から入力される電池電圧情報および算出された S O C 値に基づいて、バッテリーモジュール 3 0 1 3 A、3 0 1 3 B、3 0 1 3 C それぞれのバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の中に、電池電圧が予め設定された第 1 電圧閾値を下回る或いは S O C 値が予め設定された S O C 閾値を下回るバッテリー（例えばバッテリー 4 1 A）を有するバッテリーモジュール 3 0 1 3 A が存在するとき、バッテリーモジュール 3 0 1 3 A を選択する。ここで、バッテリーモジュール 3 0 1 3 A、3 0 1 3 B、3 0 1 3 C が有するバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の電池電圧が予め設定された第 1 電圧閾値を下回ること、または、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の S O C 値が S O C 閾値を下回ることが、バッテリーモジュール 3 0 1 3 A、3 0 1 3 B、3 0 1 3 C の第 1 停止条件に相当する。そして、モジュール制御部 3 0 5 1 は、負荷 3 1 への供給が要求される負荷電流の電流値が、バッテリーモジュール 3 0 1 3 A、3 0 1 3 B、3 0 1 3 C のうち選択したバッテリーモジュール 3 0 1 3 A を除く他の全てのバッテリーモジュール 3 0 1 3 B、3 0 1 3 C の定格電流の合計電流値を上回る場合、バッテリーモジュール 3 0 1 3 A、3 0 1 3 B、3 0 1 3 C から負荷 3 1 への電力供給を停止させるようにコンバータ制御部 1 3 2 A、1 3 2 B、1 3 2 C を制御する。モジュール制御部 3 0 5 1 では、プロセッサがメモリの記憶するプログラムを実行することにより、図 8 に示すように、負荷電流取得部 5 1 1、電圧取得部 5 1 2、充放電電流取得部 3 5 1 9、S O C 算出部 3 5 1 8、モジュール定格電流演算部 5 1 3、判定部 3 5 1 4、選択部 5 1 5 および指令部 5 1 6 として機能する。なお、図 8 において、実施の形態 1 と同様の構成は図 2 と同一の符号を付している。また、メモリは、予め設定された第 1 電圧閾値、第 2 電圧閾値および S O C 閾値を示す情報を記憶する閾値記憶部 3 5 3 1 と、負荷電流記憶部 5 3 2 と、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の充電電流、放電電流の電流値の履歴を記憶する充放電電流履歴記憶部 3 5 3 3 と、定格電流記憶部 5 3 9 と、を有する。充放電電流履歴記憶部 3 5 3 3 は、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C それぞれの充電電流または放電電流を示す電流値を示す情報を、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C に対応づけて時系列で記憶する。ここで、充放電電流履歴記憶部 3 5 3 3 は、例えば充電電流を示す電流値を正の電流値、放電電流を示す電流値を負の電流値として記憶している。ここで、第 2 電圧閾値は、第 1 電圧閾値よりも高い電圧に設定される。また、S O C 閾値は、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の蓄電性能に基づいて設定され、例えば 1 % に設定される。

【0061】

充放電電流取得部 3 5 1 9 は、コンバータ制御部 3 1 3 2 A、3 1 3 2 B、3 1 3 2 C から入力される充放電電流情報を予め設定された処理周期で取得し、取得した充放電電流情報を時系列で充放電電流履歴記憶部 3 5 3 3 に記憶させる。ここで、充放電電流取得部 3 5 1 9 は、コンバータ制御部 3 1 3 2 A、3 1 3 2 B、3 1 3 2 C から入力される動作モード情報が放電モードを示す場合、充放電電流情報が示す電流値を負の値に変換して充放電電流履歴記憶部 3 5 3 3 に記憶させる。一方、充放電電流取得部 3 5 1 9 は、コンバータ制御部 3 1 3 2 A、3 1 3 2 B、3 1 3 2 C から入力される動作モード情報が充電モードを示す場合、充放電電流情報が示す電流値をそのまま充放電電流履歴記憶部 3 5 3 3 に記憶させる。

【0062】

S O C 算出部 3 5 1 8 は、充放電電流履歴記憶部 3 5 3 3 が記憶する充放電電流情報に

基づいて、バッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃの蓄電残量を示すＳＯＣ値を算出し、算出したＳＯＣ値を判定部３５１４に通知する。具体的には、ＳＯＣ算出部３５１８は、充放電電流情報が示す電流値を積分することにより電流積分値を算出し、算出した電流積分値をバッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃの満充電時における電気量で除することによりＳＯＣ値を算出する。

【００６３】

判定部３５１４は、電圧取得部５１２から通知される電池電圧の電圧値に基づいて、バッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃそれぞれが有するバッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃの中に、電池電圧の電圧値が前述の第１電圧閾値を下回るものが存在するか否かを判定する。そして、判定部３５１４は、バッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃの電池電圧の電圧値の全てが第１電圧閾値以上である場合、ＳＯＣ算出部３５１８から通知されるＳＯＣ値に基づいて、バッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃの中に、ＳＯＣ値が前述のＳＯＣ閾値を下回るものが存在するか否かを判定する。また、判定部３５１４は、バッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃそれぞれが有するバッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１ＣのＳＯＣ値に基づいて、バッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃそれぞれが異常か正常かを監視する。ここで、判定部３５１４は、負荷３１へ電力を供給しているバッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃのうちのバッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃの電池電圧の電圧値が第１電圧閾値を下回るものおよびＳＯＣ値がＳＯＣ閾値を下回るものを除くバッテリーモジュール群に属するバッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃの中から、バッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃの電池電圧の電圧値が前述の第２電圧閾値を下回るものが存在するか否かを判定する。更に、判定部３５１４は、負荷電流記憶部５３２が記憶する負荷電流情報を取得し、負荷電流情報が示す電流値が、バッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃのうちのバッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃの電池電圧の電圧値が第１電圧閾値を下回るものおよびＳＯＣ値がＳＯＣ閾値を下回るものを除くバッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃの定格電流の合計電流値を上回るか否かを判定する。

【００６４】

選択部５１５は、判定部３５１４によりバッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃの中に電池電圧の電圧値が第１電圧閾値を下回るもの、または、ＳＯＣ値がＳＯＣ閾値を下回るものが存在すると判定されると、そのバッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃを有するバッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃを第１バッテリーモジュールとして選択する。また、選択部５１５は、判定部３５１４によりバッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃのうちの前述の第１バッテリーモジュールを除くバッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃの中から、バッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃの電池電圧の電圧値が第２電圧閾値を下回るものが存在すると判定されると、そのバッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃを第２バッテリーモジュールとして選択する。ここで、例えばバッテリーモジュール３０１３Ａのバッテリー４１Ａの電池電圧の電圧値が第１電圧閾値を下回る場合、選択部５１５は、バッテリーモジュール３０１３Ａを第１バッテリーモジュールとして選択する。或いは、例えばバッテリーモジュール３０１３ＡのＳＯＣ値がＳＯＣ閾値を下回る場合も、選択部５１５は、バッテリーモジュール３０１３Ａを第１バッテリーモジュールとして選択する。そして、残りの負荷３１へ電力を供給しているバッテリーモジュール３０１３Ｂ、３０１３Ｃのバッテリー４１Ｂ、４１Ｃうち、バッテリー４１Ｂの電池電圧の電圧値が第２電圧閾値を下回る場合、選択部５１５は、バッテリーモジュール３０１３Ｂを第２バッテリーモジュールとして選択する。

【００６５】

次に、本実施の形態に係るモジュール制御部３０５１が実行するバッテリーシステム制御処理について図９を参照しながら説明する。このバッテリーシステム制御処理は、実施の形態１と同様に、予め設定された処理周期で繰り返し実行される。まず、電圧取得部５１２は、バッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３のコンバータ制御部３１３２Ａ、３１３２Ｂ、３１３２Ｃそれぞれから電池電圧情報を取得する（ステップＳ３０１）

。このとき、電圧取得部 5 1 2 は、取得した電池電圧情報が示す電圧値を判定部 3 5 1 4 に通知する。

【0066】

次に、判定部 3 5 1 4 は、電池電圧の電圧値 V_b が第 1 電圧閾値 V_{bth1} を下回るものが存在するか否かを判定する（ステップ S 3 0 2）。ここで、判定部 3 5 1 4 が、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の中に、電池電圧の電圧値 V_b が第 1 電圧閾値 V_{bth1} を下回るものが存在すると判定したとする（ステップ S 3 0 2：Yes）。この場合、選択部 5 1 5 は、判定部 3 5 1 4 により電池電圧の電圧値が第 1 電圧閾値を下回ると判定されたバッテリー（例えばバッテリー 4 1 A）を有するバッテリーモジュール 3 0 1 3 A を選択する（ステップ S 3 0 6）。一方、判定部 3 5 1 4 が、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の電池電圧の電圧値 V_b 全てが第 1 電圧閾値 V_{bth1} 以上であると判定したとする（ステップ S 3 0 2：No）。この場合、充放電電流取得部 3 5 1 9 は、コンバータ制御部 3 1 3 2 A、3 1 3 2 B、3 1 3 2 C から充放電電流情報を取得し、取得した充放電電流情報を充放電電流履歴記憶部 3 5 3 3 に記憶させる（ステップ S 3 0 3）。次に、SOC 算出部 3 5 1 8 は、充放電電流履歴記憶部 3 5 3 3 が記憶する充放電電流情報に基づいて、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の SOC 値を算出する（ステップ S 3 0 4）。SOC 算出部 3 5 1 8 は、算出した SOC 値を判定部 3 5 1 4 に通知する。

【0067】

続いて、判定部 3 5 1 4 は、SOC 算出部 3 5 1 8 から通知されるバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C それぞれの SOC 値に基づいて、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の中に、SOC 値 S_b が SOC 閾値 S_{bth1} を下回るものが存在するか否かを判定する（ステップ S 3 0 5）。ここで、判定部 3 5 1 4 が、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の SOC 値 S_b 全てが SOC 閾値 S_{bth1} 以上であると判定すると（ステップ S 3 0 5：No）、そのままバッテリーシステム制御処理が終了する。一方、判定部 3 5 1 4 が、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の中に、SOC 値 S_b が SOC 閾値 S_{bth1} を下回るものが存在すると判定したとする（ステップ S 3 0 5：Yes）。この場合、選択部 5 1 5 は、判定部 3 5 1 4 により SOC 値 S_b が SOC 閾値 S_{bth1} を下回ると判定されたバッテリー（例えばバッテリー 4 1 A）を有するバッテリーモジュール 3 0 1 3 A を選択する（ステップ S 3 0 6）。このステップ S 3 0 1 からステップ S 3 0 6 までの一連の処理において、判定部 3 5 1 4 がバッテリーモジュール 3 0 1 3 A、3 0 1 3 B、3 0 1 3 C の中に、前述の第 1 停止条件を満たすものがあるか存在するかどうかを判定し、選択部 5 1 5 が、前述の第 1 停止条件を満たすバッテリーモジュールを選択する。なお、ステップ S 3 0 6 の終了時点では、バッテリーモジュール 3 0 1 3 A は停止しない。このように、ステップ S 3 0 1 からステップ S 3 0 6 までの一連の処理では、停止させるバッテリーモジュール（例えばバッテリーモジュール 3 0 1 3 A）を選択する。また、ステップ S 3 0 1 からステップ S 3 0 6 までの一連の処理において、前述のステップ S 3 0 2 の処理が実行されずに、ステップ S 3 0 3 から S 3 0 5 までの処理のみが実行されてもよい。

【0068】

その後、判定部 3 5 1 4 は、SOC 算出部 3 5 1 8 から通知されるバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C それぞれの SOC 値に基づいて、負荷 3 1 へ電力を供給しているバッテリーモジュール 3 0 1 3 A、3 0 1 3 B、3 0 1 3 C のうちのバッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の電池電圧の電圧値 V_b が第 1 電圧閾値 V_{bth1} 以上であり且つ SOC 値が SOC 閾値 S_{bth1} 以上のバッテリー 4 1 B、4 1 C の中に、バッテリー 4 1 A、4 1 B、4 1 C の電池電圧の電圧値 V_b が第 2 電圧閾値 V_{bth2} を下回るものが存在するか否かを判定する（ステップ S 3 0 7）。判定部 3 5 1 4 が、バッテリー 4 1 B、4 1 C の電池電圧の電圧値 V_b が全て第 2 電圧閾値 V_{bth2} 以上であると判定すると（ステップ S 3 0 7：No）、後述するステップ S 3 0 9 の処理が実行される。一方、判定部 3 5 1 4 が、バッテリー 4 1 B、4 1 C の中に電池電圧の電圧値 V_b が全て第 2 電圧閾値 V_{bth2} を下回るものが存在すると判定したとする（ステップ S 3 0 7：Yes）。この場合、選択部 5 1 5 は、判定部 3 5 1 4 により電池電圧の電圧値 V_b が第 2 電圧閾値 V_{bth2} を下回ると判定さ

れたバッテリー（例えばバッテリー４１Ｂ）を有するバッテリーモジュール３０１３Ｂを後述するステップＳ３１０におけるバッテリーモジュールの定格電流値の合計電流値 W_{bt} の計算対象から除外する（ステップＳ３０８）。

【００６９】

その後、判定部３５１４は、負荷電流記憶部５３２が記憶する負荷電流情報を取得する（ステップＳ３０９）。次に、モジュール定格電流演算部５１３は、ステップＳ３０６で選択部５１５が選択し、ステップＳ３０８で合計電流値 W_{bt} の計算対象から除外したバッテリーモジュール３０１３Ａを除く負荷３１へ電力を供給している全てのバッテリーモジュール（この場合は、バッテリーモジュール３０１３Ｂ、３０１３Ｃ）の定格電流の合計電流値 W_{bt} を算出する（ステップＳ３１０）。続いて、判定部３５１４は、取得した負荷電流情報が示す電流値 W_L が、モジュール定格電流演算部５１３が算出した定格電流の合計電流値 W_{bt} を上回るか否かを判定する（ステップＳ３１１）。ここで、判定部３５１４が、負荷電流情報が示す電流値 W_L がバッテリーモジュール３０１３Ｂ、３０１３Ｃの定格電流の合計電流値 W_{bt} 以下と判定したとする（ステップＳ３１１：Ｎｏ）。この場合、指令部５１６は、前述のステップＳ３０６において選択されたバッテリーモジュール３０１３Ａに対し、一括して停止指令情報を送信し（ステップＳ３１３）、バッテリーシステム制御処理が終了する。

10

【００７０】

一方、判定部５１４が、負荷電流情報が示す電流値 W_L がバッテリーモジュール３０１３Ｂ、３０１３Ｃの定格電流の合計電流値 W_{bt} を上回ると判定したとする（ステップＳ３１１：Ｙｅｓ）。この場合、選択部５１５は、ステップＳ３０６で選択部５１５が選択したバッテリーモジュール３０１３Ａを除き、負荷３１へ電力を供給している全てのバッテリーモジュール（この場合は、バッテリーモジュール３０１３Ｂとバッテリーモジュール３０１３Ｃ）を選択する（ステップＳ３１２）。このステップＳ３０７からステップＳ３１２までの一連の処理で選択されたバッテリーモジュール（この場合は、バッテリーモジュール３０１３Ｂとバッテリーモジュール３０１３Ｃ）は、この時点では停止しない。

20

【００７１】

その後、指令部５１６は、前述のステップＳ３０６とステップＳ３１２とにおいて選択された全てのバッテリーモジュールに対し、一括して停止指令情報を送信し（ステップＳ３１３）、バッテリーシステム制御処理が終了する。

30

【００７２】

以上説明したように、本実施の形態に係るバッテリーシステム３１０１によれば、バッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃの中から、ＳＯＣ値がＳＯＣ閾値を下回るバッテリー（例えばバッテリー４１Ａ）を有するバッテリーモジュール３０１３Ａの双方向ＤＣ－ＤＣコンバータ１３１Ａを停止させる。これにより、バッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１の過放電が防止できるので、過放電に起因したバッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃの損傷が抑制される。また、モジュール制御部３０５１は、負荷３１へ供給することが要求される電流の電流値が、バッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃのうち、バッテリー４１Ａ、４１Ｂ、４１Ｃの電池電圧の電圧値が第１電圧閾値を下回るまたはＳＯＣ値がＳＯＣ閾値を下回るバッテリーモジュール３０１３Ａと、電池電圧が第２電圧閾値を下回るバッテリーモジュール２０１３Ｂを除く他の全てのバッテリーモジュール３０１３Ｃのそれぞれの定格電流の合計電流値を上回る場合、バッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃから負荷３１への電力供給を停止させる。これにより、電池電圧の電圧値が第１電圧閾値を下回る可能性の高いバッテリー４１Ｂを有するバッテリーモジュール３０１３Ｂを事前に停止させることができるので、バッテリー４１Ｂの過放電によるバッテリー４１Ｂの損傷を抑制することができる。

40

【００７３】

以上、本発明の各実施の形態について説明したが、本発明は前述の各実施の形態の構成に限定されるものではない。例えば、図１０に示すバッテリーシステム４１０１のように、４つのバッテリーモジュール３０１３Ａ、３０１３Ｂ、３０１３Ｃ、３０１３Ｄを備えるも

50

のであってもよい。なお、図10において実施の形態3と同様の構成については図7と同一の符号を付している。バッテリーモジュール3013Dは、バッテリー41Dと、双方向DC-DCコンバータ131Dと、双方向DC-DCコンバータ131Dの動作を制御するコンバータ制御部3132Dと、電流検出部232、234と、電圧検出部231、241と、を有する。バッテリー41Dは、バッテリー41A、41B、41Cと同様である。また、コンバータ制御部3132Dは、コンバータ制御部3132A、3132B、3132Cと同様の機能を有する。

【0074】

モジュール制御部4051は、実施の形態3で説明したモジュール制御部3051と同様の機能を有し、実施の形態3で説明したバッテリーシステム制御処理を実行する。例えば4つのバッテリー41A、41B、41C、41DのSOC値がそれぞれ1%、2%、2%、50%であるとする。そして、SOC閾値が1.5%であり、バッテリー41B、41Cの電池電圧が第2電圧閾値を下回っているとすると、この場合、モジュール制御部4051は、バッテリー41Aを有するバッテリーモジュール3013Aへ停止指令情報を出力することにより、バッテリーモジュール3013Aを停止させる。また、4つのバッテリー41A、41B、41C、41DのSOC値がそれぞれ1%、2%、50%、50%であるとする。そして、SOC閾値が3%であり、バッテリー41Cの電池電圧が第2電圧閾値を下回っているとすると、この場合、モジュール制御部4051は、バッテリー41A、41Bを有するバッテリーモジュール3013A、3013Bへ停止指令情報を出力することによりバッテリーモジュール3013A、3013Bを停止させる。

【0075】

各実施の形態では、モジュール制御部51、2051、3051が、各種停止条件に応じて、停止指令情報をコンバータ制御部132A、132B、132C、2132A、2132B、2132C、3132A、3132B、3132Cへ出力することにより、双方向DC-DCコンバータ131A、131B、131Cを停止させる例について説明した。但し、これに限らず、例えば図11に示すバッテリーシステム5101のように、モジュール制御部51が、各種停止条件に応じて、バッテリーモジュール5013A、5013B、5013Cそれぞれに設けられたスイッチSWA、SWB、SWCを開閉させるものであってもよい。ここで、スイッチSWA、SWB、SWCは、半導体リレー、機械式リレー等であり、バッテリー41A、41B、41Cと双方向DC-DCコンバータ131A、131B、131Cとの間に介挿されている。また、バッテリーモジュール5013A、5013B、5013Cは、モジュール制御部51から入力される指令情報に応じてスイッチSWA、SWB、SWCを駆動するスイッチ駆動部5261を有する。スイッチ駆動部5261は、モジュール制御部51から停止指令情報が入力されると、スイッチSWA、SWB、SWCを開状態にする。

【0076】

本構成によれば、バッテリー41A、41B、41Cから負荷31への電力供給を迅速に遮断することができるので、その分、バッテリーモジュール5013A、5013B、5013Cに加わるストレスを低減することができる。

【0077】

各実施の形態では、バッテリーモジュール13A、13B、13C、2013A、2013B、2013C、3013A、3013B、3013Cが、それぞれ、双方向DC-DCコンバータ131A、131B、131Cを有する例について説明した。但し、これに限らず、例えば図12に示すバッテリーシステム6101のように、双方向DC-DCコンバータが無いバッテリーモジュール6013A、6013B、6013Cを備えるものであってもよい。なお、図12において、実施の形態1、3と同様の構成については図1および図7と同一の符号を付している。バッテリーモジュール6013A、6013B、6013Cは、それぞれ、バッテリー41A、41B、41Cと、スイッチSWA、SWB、SWCと、電圧検出部6231と、電流検出部6232と、スイッチ駆動部5261と、を有する。

【0078】

ここで、電流検出部6232は、例えばスイッチSWA、SWB、SWCと負荷31との間に直列に接続された抵抗（図示せず）の両端間に生じる電圧を検出することによりバッテリー41A、41B、41Cの出力電流を検出する。そして、電流検出部6232は、検出した出力電流の電流値を示す出力電流情報を生成し、生成した出力電流情報をモジュール制御部3051へ出力する。電圧検出部6231は、例えばバッテリーモジュール6013A、6013B、6013Cの出力端に生じる電圧を一定の分圧比で分圧した電圧を検出する。そして、電圧検出部6231は、検出した電圧を示す電池電圧情報を生成し、生成した電池電圧情報をモジュール制御部3051へ出力する。

【0079】

モジュール制御部3051は、電圧検出部6231から入力される電池電圧情報に基づいて、バッテリーモジュール6013A、6013B、6013Cの中から、電池電圧が前述の第1電圧閾値を下回るバッテリーが存在するか否かを判定する。ここで、モジュール制御部3051は、電池電圧が前述の第1電圧閾値を下回るバッテリーが存在しないと判定すると、電流検出部6232から入力される出力電流情報に基づいて、バッテリー41A、41B、41Cそれぞれの蓄電残量を示すSOC値を算出する。そして、モジュール制御部3051は、SOC値が前述のSOC閾値を下回るバッテリー（例えばバッテリー41A）を有するバッテリーモジュール6013Aを選択する。そして、モジュール制御部3051は、負荷31への供給が要求される負荷電流の電流値が、バッテリーモジュール6013A、6013B、6013Cのうちバッテリーモジュール6013Aを除く他の全てのバッテリーモジュール6013B、6013Cの定格電流の合計電流値を上回ると判定すると、バッテリーモジュール6013A、6013B、6013Cから負荷31への電力供給を停止させるようにスイッチ駆動部5261を制御する。

【0080】

本構成によれば、バッテリー41A、41B、41Cから負荷31への電力供給を迅速に遮断することができるので、その分、バッテリーモジュール6013A、6013B、6013Cに加わるストレスを低減することができる。

【0081】

実施の形態1において、モジュール制御部51が、バッテリー41A、41B、41Cの電池電圧からSOC値を特定するSOC特定部と、バッテリー41A、41B、41Cの電池電圧とSOC値との相関関係を示す相関情報を記憶する相関記憶部と、を有するものであってもよい。ここにおいて、SOC特定部は、相関記憶部が記憶する相関情報を参照して、バッテリー41A、41B、41Cの電池電圧に対応するSOC値を特定する。この場合、判定部は、SOC特定部により特定されたバッテリー41A、41B、41CのSOC値に基づいて、バッテリー41A、41B、41Cの中に、SOC値が実施の形態3で説明したSOC閾値を下回るものが存在するか否かを判定するようにすればよい。そして、選択部が、SOC閾値を下回るバッテリー41A、41B、41Cを有するバッテリーモジュールを選択するようにすればよい。

【0082】

実施の形態2では、判定部2514が、電池電圧の電圧値Vbが第1電圧閾値Vb_{th1}を下回るものが存在するか否かを判定する例について説明したが、これに限定されるものではなく、例えば判定部2514が、電池電圧の電圧値Vbと第1電圧閾値Vb_{th1}との比較を実行しないものであってもよい。具体的には、実施の形態2で図6を用いて説明したバッテリーシステム制御処理において、ステップS201、S202、S206、S207の処理が省略され、ステップS203の処理から始まり、ステップS205の処理が実行された後、ステップS208以降の処理が実行されるものであってもよい。この場合、選択部515は、ステップS205において、判定部2514により温度Thmが温度閾値Th_{mth1}を上回ると判定されたバッテリーを有するバッテリーモジュールのみを選択するようにすればよい。

【0083】

また、実施の形態3においても、例えば判定部3514が、電池電圧の電圧値Vbと第1電圧閾値Vbth1との比較を実行しないものであってもよい。具体的には、実施の形態3で図9を用いて説明したバッテリーシステム制御処理において、ステップS301、S302、S307、S308の処理が省略され、ステップS303の処理から始まり、ステップS306の処理が実行された後、ステップS309以降の処理が実行されるものであってもよい。この場合、選択部515は、判定部3514によりSOC値SbがSOC閾値Sbth1を下回ると判定されたバッテリーを有するバッテリーモジュールのみを選択するようにすればよい。

【0084】

本発明は、本発明の広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施の形態及び変形が可能とされるものである。また、上述した実施の形態は、この発明を説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。すなわち、本発明の範囲は、実施の形態ではなく、請求の範囲によって示される。そして、請求の範囲内及びそれと同等の発明の意義の範囲内で施される様々な変形が、この発明の範囲内とみなされる。

【0085】

本出願は、2020年5月22日に出願された日本国特許出願特願2020-089606号に基づく。本明細書中に日本国特許出願特願2020-089606号の明細書、特許請求の範囲および図面全体を参照として取り込むものとする。

【産業上の利用可能性】

【0086】

本発明は、サーバ用途の電源モジュールとともに使用されるバッテリーシステムとして好適である。

【符号の説明】

【0087】

11：系統電源、12A、12B：電源モジュール、13A、13B、13C、2013A、2013B、2013C、3013A、3013B、3013C、3013D、5013A、5013B、5013C、6013A、6013B、6013C：バッテリーモジュール、31：負荷、41A、41B、41C、41D：バッテリー、51、2051、3051、4051、5051：モジュール制御部、101、2101、3101、4101、5101、6101：バッテリーシステム、121A、121B：AC-DCコンバータ、122A、122B、132A、132B、132C、3132A、3132B、3132C、3132D：コンバータ制御部、131A、131B、131C：双方向DC-DCコンバータ、211A、211B、231、241、6231：電圧検出部、212A、212B、232、3242、6232：電流検出部、511：負荷電流取得部、512：電圧取得部、513：モジュール定格電流演算部、514：判定部、515：選択部、516：指令部、531：閾値記憶部、532：負荷電流記憶部、539：定格電流記憶部、2251：温度検出部、2517：温度取得部、3518：SOC算出部、3519：充放電情報取得部、3533：充放電電流履歴記憶部、5261：スイッチ駆動部、L1：共通電力線、SWA、SWB、SWC：スイッチ、Sbth1：SOC閾値、Thmth1：温度閾値、Vbth1：第1電圧閾値、Vbth2：第2電圧閾値

10

20

30

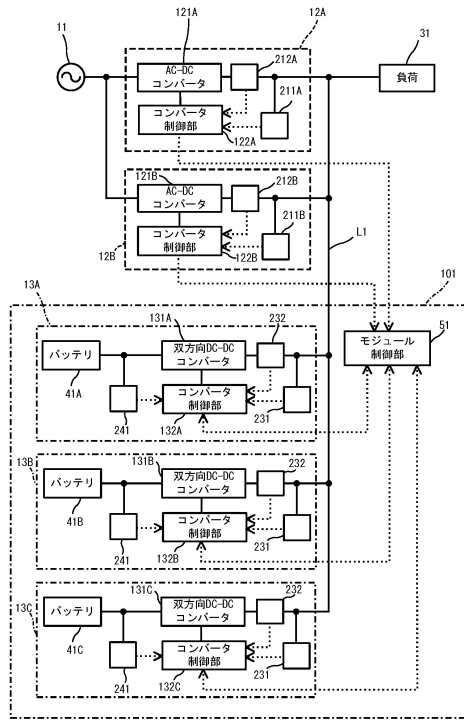
40

50

【図面】

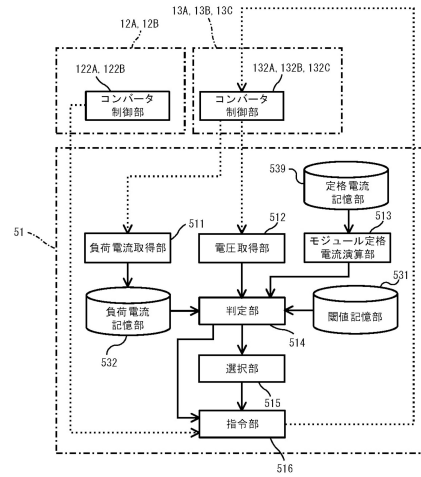
【図 1】

図 1



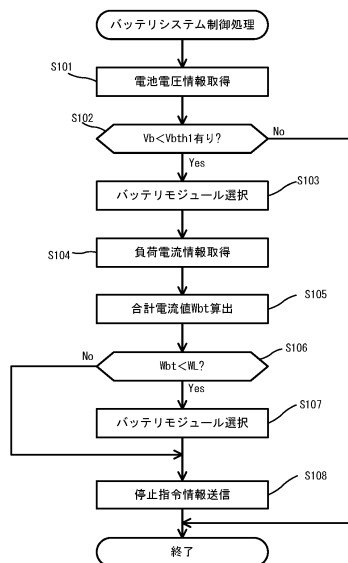
【図 2】

図2



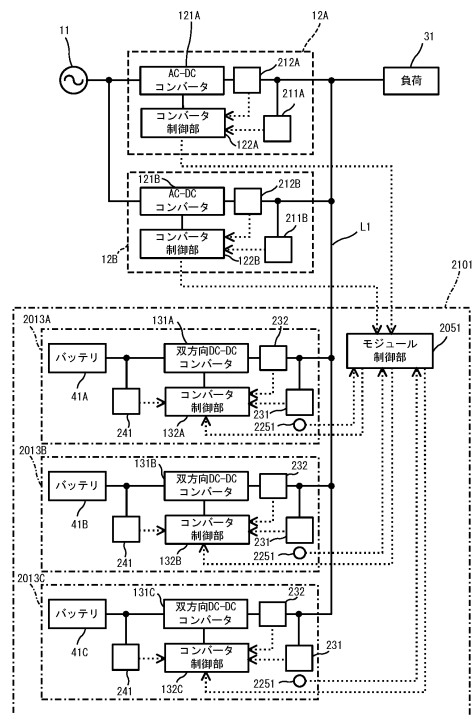
【図 3】

図3



【図 4】

図 4



10

20

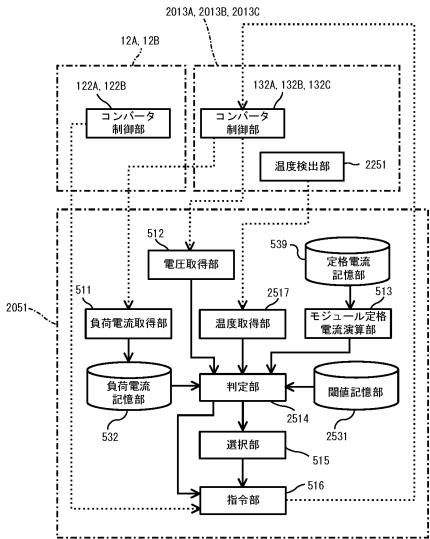
30

40

50

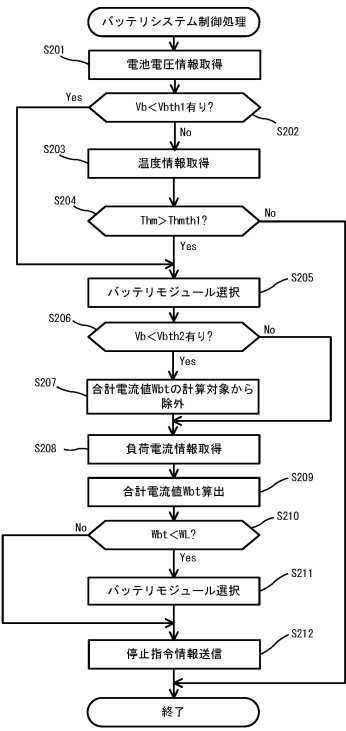
【図 5】

図5



【図 6】

図6

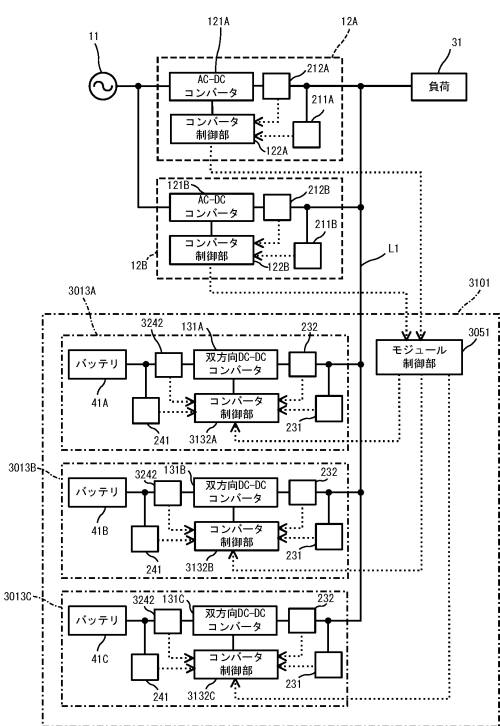


10

20

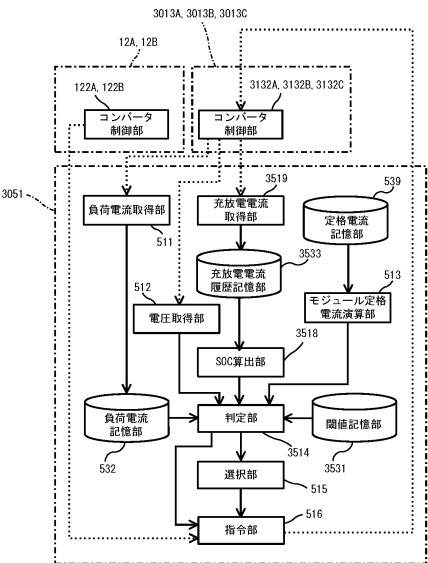
【図 7】

図 7



【図 8】

図8



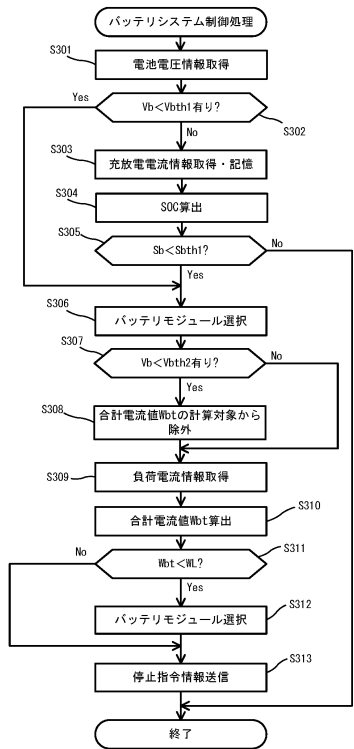
30

40

50

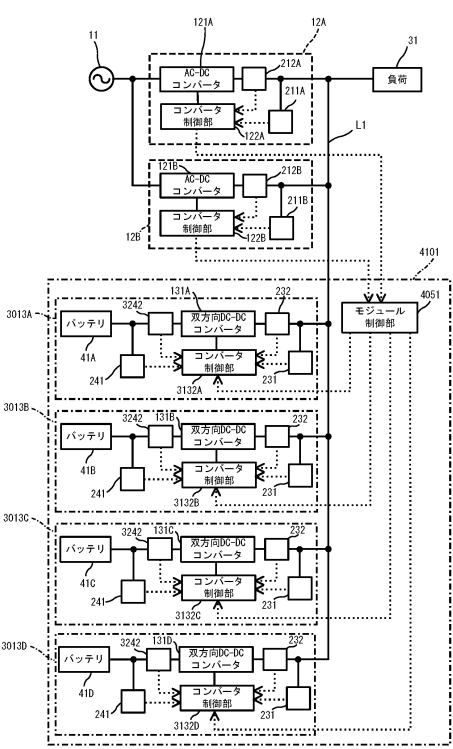
【図 9】

図9



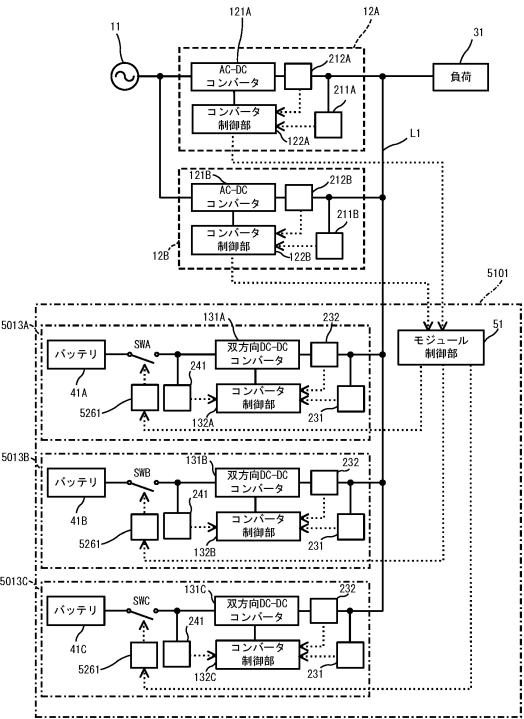
【図 1 0】

図10



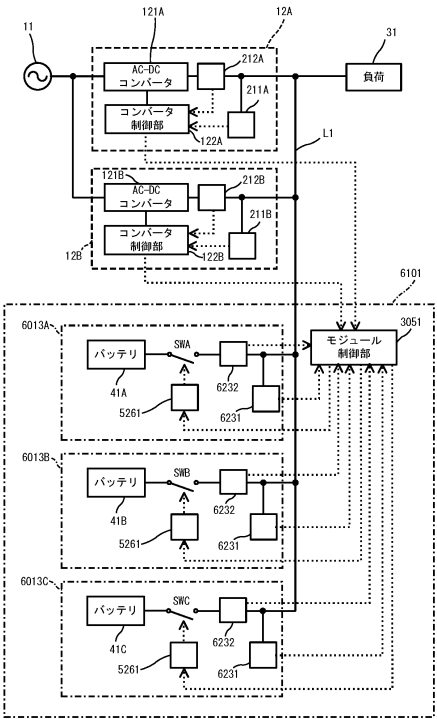
【図 1 1】

図11



【図 1 2】

図12



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 J	7/00	3 0 2 D
H 0 2 J	7/00	B
H 0 1 M	10/48	3 0 1

(56)参考文献

特開 2 0 1 6 - 1 4 9 8 6 3 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 1 / 0 5 5 4 9 9 (W O , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)

H 0 2 H 7 / 0 0

H 0 2 H 7 / 1 0 - 7 / 2 0

H 0 2 J 7 / 0 0 - 7 / 1 2

H 0 2 J 7 / 3 4 - 7 / 3 6

H 0 1 M 1 0 / 4 2 - 1 0 / 4 8