

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-9830

(P2021-9830A)

(43) 公開日 令和3年1月28日(2021.1.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M 10/48 P	5 G 5 0 3
HO 2 J 7/00 (2006.01)	HO 2 J 7/00 B	5 H 0 3 0
	HO 1 M 10/48 3 0 1	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2019-124103 (P2019-124103)	(71) 出願人	505083999 ピークルエナジージャパン株式会社 茨城県ひたちなか市稲田1410番地
(22) 出願日	令和1年7月3日 (2019.7.3)	(74) 代理人	110002572 特許業務法人平木国際特許事務所
		(72) 発明者	中尾 亮平 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	マテ ファニー 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	大川 圭一朗 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

最終頁に続く

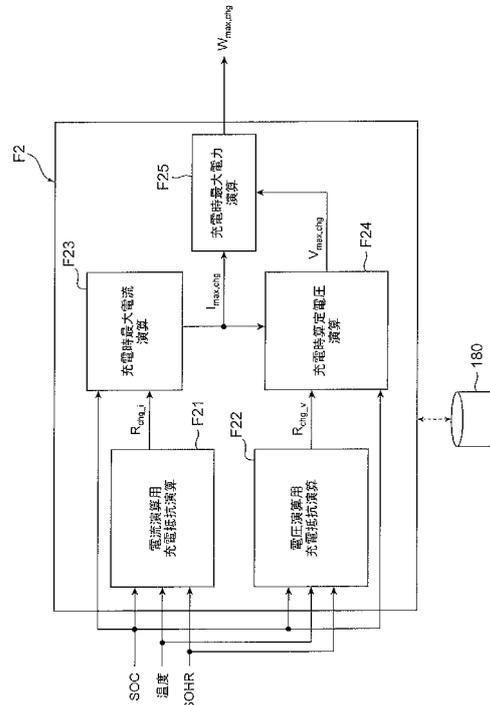
(54) 【発明の名称】 電池制御装置

(57) 【要約】

【課題】電池に過大な電流が通電されない最大電力値を算出することが可能な電池制御装置を提供する。

【解決手段】電池の内部抵抗値 R_{chg_i} 、 R_{chg_v} に基づいて電池の最大電流値 I_{max_chg} とその最大電流値 I_{max_chg} の通電時の電池の算定電圧値 V_{max_chg} とを演算し、最大電流値 I_{max_chg} と算定電圧値 V_{max_chg} とに基づいて電池の最大電力値 W_{max_chg} を演算する電池制御装置である。電池制御装置は、最大電流値 I_{max_chg} の演算に用いる電池の第一の内部抵抗値 R_{chg_i} と算定電圧値 V_{max_chg} の演算に用いる電池の第二の内部抵抗値 R_{chg_v} とが異なることを特徴とする。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電池の内部抵抗値に基づいて前記電池の最大電流値と該最大電流値の通電時の前記電池の算定電圧値とを演算し、前記最大電流値と前記算定電圧値とに基づいて前記電池の最大電力値を演算する電池制御装置であって、

前記最大電流値の演算に用いる前記電池の第一の内部抵抗値と前記算定電圧値の演算に用いる前記電池の第二の内部抵抗値とが異なることを特徴とする電池制御装置。

【請求項 2】

前記第一の内部抵抗値は、前記電池に対する前記最大電流値の通電開始時から第一の時間が経過した時の前記電池の内部抵抗値に設定され、

前記第二の内部抵抗値は、前記通電開始時から前記第一の時間よりも短い第二の時間が経過した時の前記電池の内部抵抗値に設定されることを特徴とする請求項 1 に記載の電池制御装置。

【請求項 3】

前記電池に流れる電流に基づいて前記電池の分極電圧を含む前記電池の電圧の時間変化を推定可能な電圧モデルを備え、

前記電圧モデルに基づいて前記第一の内部抵抗値と前記第一の内部抵抗値に対応する通電時間が経過したときの第一の分極電圧を算出するとともに、前記第二の内部抵抗値と前記第二の内部抵抗値に対応する通電時間が経過したときの第二の分極電圧を算出し、

前記第一の内部抵抗値と前記第一の分極電圧に基づいて前記電池の前記最大電流値を演算し、前記第二の内部抵抗値と前記第二の分極電圧と前記最大電流値に基づいて前記電池の前記算定電圧値を演算し、

前記最大電流値と前記算定電圧値とを乗算することで前記最大電力値を演算することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電池制御装置。

【請求項 4】

前記第一の内部抵抗値、または、前記第一の内部抵抗値と前記第一の分極電圧に基づいて前記電池の上限電圧もしくは下限電圧を逸脱しない充電時の前記最大電流値もしくは放電時の前記最大電流値を演算し、

複数の前記電池を接続した組電池および外部負荷との接続を制御するリレーを含む電池システムを構成する構成部材および前記電池の特性を考慮して定まる上限電流値と、前記充電時の前記最大電流値のうち、小さい方を充電時の前記最大電流値として演算し、

前記上限電流値と、前記放電時の前記最大電流値のうち、小さい方を放電時の前記最大電流値として演算することを特徴とする請求項 3 に記載の電池制御装置。

【請求項 5】

前記上限電流値により前記充電時の前記最大電流値が定まる前記電池の充電率または温度条件にのみ、前記算定電圧値の演算に用いる内部抵抗として、前記第二の内部抵抗値を用いることを特徴とする請求項 4 に記載電池制御装置。

【請求項 6】

前記上限電流値により前記充電時の前記最大電流値が定まる前記電池の充電率または温度条件にのみ、前記算定電圧値の演算に用いる内部抵抗および分極電圧として、前記第二の内部抵抗値と前記第二の分極電圧を用いることを特徴とする請求項 4 に電池制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、電池制御装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から電池を制御する技術に関する発明が知られている（下記特許文献 1 を参照）。この従来発明に係る電池制御装置は、単電池の温度、充電状態に応じた内部抵抗値を、単電池の充電または放電継続時間の値毎に記述した内部抵抗テーブルを備える。電池制御

10

20

30

40

50

装置は、内部抵抗テーブルに記述された内部抵抗値を用いて単電池の最大許容充電電流または最大許容放電電流を算出し、その値にしたがって算出した最大許容充電電力または最大許容放電電力を用いることにより、単電池の充電または放電を制御する（同文献、第0009段落等を参照）。

【0003】

上記従来 of 電池制御装置によれば、充放電を継続するにしたがって単電池の内部抵抗が変化しても、内部抵抗テーブルから取得する内部抵抗値を変化にしたがって切り替えることにより、内部抵抗の変化に追従することができる。これにより、許容充放電電力を精度よく求めることができる（同文献、第0010段落等を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第5715694号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記従来 of 電池制御装置は、電池に流れる電流の通電時間に応じた適切な内部抵抗値を設定することで、その内部抵抗値に対応した電池の充放電時の最大電力値を演算することが可能である。

【0006】

ここで、現時点から所定の秒数にわたって連続して電池に入力可能な電力として充放電時の最大電力値を規定する場合を想定する。この場合、現時点以降から連続して電池に通電可能な電流値を算出し、その電流値に基づいて電池の通電時の電圧を算出し、その電圧と算出した連続して電池に通電可能な電流値とを乗算することで、充放電時の最大電力値を算出する。

【0007】

しかし、通電時の電池の電圧の演算値と実測値とは、一致しないことがある。この場合、前述のように算出された充放電時の最大電力値に相当する二次負荷が電池に入力されると、電池に連続して通電可能な最大電流値の演算値に対し、過大な電流値が電池に通電されるおそれがある。

【0008】

本開示は、電池に過大な電流が通電されない最大電力値を算出することが可能な電池制御装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本開示の一態様は、電池の内部抵抗値に基づいて前記電池の最大電流値と該最大電流値の通電時の前記電池の算定電圧値とを演算し、前記最大電流値と前記算定電圧値とに基づいて前記電池の最大電力値を演算する電池制御装置であって、前記最大電流値の演算に用いる前記電池の第一の内部抵抗値と前記算定電圧値の演算に用いる前記電池の第二の内部抵抗値とが異なることを特徴とする電池制御装置である。

【発明の効果】

【0010】

本開示の上記一態様によれば、電池に過大な電流が通電されない最大電力値を算出することが可能な電池制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施形態1に係るハイブリッド自動車の蓄電装置の構成例を示す概略図。

【図2】図1に示す蓄電装置を構成する単電池制御部の回路構成の一例。

【図3】図1に示す蓄電装置を構成する組電池制御部の機能ブロック図。

【図4】図3に示す充電時の最大電力値を演算する機能の機能ブロック図。

10

20

30

40

50

- 【図 5】図 3 に示す放電時の最大電力値を演算する機能の機能ブロック図。
- 【図 6】放電試験時の電池の電圧および内部抵抗の時間変化の一例を示すグラフ。
- 【図 7】電池の通電時間による内部抵抗特性の変化を示すグラフ。
- 【図 8】図 3、図 4 で算出される充電時の最大電力値の一例を示すグラフ。
- 【図 9】図 3、図 4 で算出される放電時の最大電力値の一例を示すグラフ。
- 【図 10】比較例の電池制御装置の問題点を説明するグラフ。
- 【図 11】比較例の電池制御装置の問題点を説明するグラフ。
- 【図 12】比較例の電池制御装置の問題点を説明するグラフ。
- 【図 13】図 4 に示す組電池制御部の作用を説明するグラフ。
- 【図 14】図 4 に示す組電池制御部の作用を説明するグラフ。
- 【図 15】実施形態 2 に係る組電池制御部の図 4 に相当するブロック図。
- 【図 16】実施形態 2 に係る組電池制御部の図 5 に相当するブロック図。
- 【図 17】電池の電圧挙動を再現する電圧等価回路モデルの一例。
- 【図 18】充電時の最大電力相当の負荷を電池に連続的に入力した場合のグラフ。
- 【図 19】充電時の最大電力相当の負荷を電池に連続的に入力した場合のグラフ。
- 【図 20】放電時の最大電力相当の負荷を電池に連続的に入力した場合のグラフ。
- 【図 21】放電時の最大電力相当の負荷を電池に連続的に入力した場合のグラフ。
- 【図 22】充電時の最大電力相当の電力を電池に入力したときの波形。
- 【図 23】充電時の最大電力相当の電力を電池に入力したときの波形。
- 【図 24】放電時の最大電力相当の電力を電池に入力したときの波形。
- 【図 25】放電時の最大電力相当の電力を電池に入力したときの波形。
- 【図 26】実施形態 3 に係る組電池制御部において記憶装置に搭載するマップ。
- 【図 27】実施形態 4 に係る組電池制御部の図 15 に相当するブロック図。

10

20

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照して本開示に係る電池制御装置の実施形態を説明する。

【0013】

以下では、一例として、本開示に係る電池制御装置をハイブリッド自動車(HEV)の電源を構成する蓄電装置に対して適用した実施形態を説明する。なお、以下の実施形態に係る電池制御装置の構成は、HEV、EVなどの乗用車やハイブリッド鉄道車両などの産業用車両の電源を構成する蓄電装置の蓄電器制御回路にも適用可能である。

30

【0014】

また、以下では、蓄電装置を構成する蓄電器にリチウムイオン電池を適用した場合を例に挙げて説明する。蓄電器としては、他にもニッケル水素電池や鉛電池、電気二重層キャパシタ、ハイブリッドキャパシタなどを用いることもできる。

【0015】

[実施形態 1]

図 1 は、HEV の蓄電装置 100 の構成例を示す概略図である。蓄電装置 100 は、たとえば、リレー 200 を介してインバータ 300 に接続された HEV のバッテリーである。また、蓄電装置 100 の組電池制御部 150 およびインバータ 300 は、信号線を介して車両制御部 400 に接続されている。さらにインバータ 300 は、外部負荷としてのモータジェネレータ 500 に接続されている。

40

【0016】

蓄電装置 100 は、たとえば、組電池 110 と、単電池管理部 120 と、電流検知部 130 と、電圧検知部 140 と、組電池制御部 150 と、通信経路 160 と、絶縁素子 170 と、記憶装置 180 と、中央処理装置 190 とを備えている。また、蓄電装置 100 は、たとえばリレー 200 を含む電池システムを構成している。

【0017】

組電池 110 は、二次電池である複数の単電池 1 を備えている。組電池 110 は、たとえば、直流電流の充放電によって電気エネルギーの蓄積および放出が可能な複数の単電池

50

1を直列に接続した構成を有している。個々の単電池1の仕様は特に限定されないが、たとえば、出力電圧が約3.0[V]から約4.2[V]であり、平均出力電圧が約3.6[V]である。

【0018】

図1に示す例において、組電池110は、複数の単電池1が直列に接続されて電池群111が構成され、複数の電池群111が直列に接続された構成を有している。図1では、図示の都合上、組電池110が、直列に接続された二つの電池群111を備え、各々の電池群111が、直列に接続された四つの単電池1を備える例を示している。しかし、組電池110が備える電池群111の数、直列または並列などの電池群111の接続方法、および、各々の電池群111が備える単電池1の数などは、特に限定されない。

10

【0019】

個々の電池群111は、たとえば単電池1の状態管理および制御の単位となる。なお、複数の電池群111は、並列に接続されていてもよい。また、電池群111を構成する単電池1の数は、すべての電池群111で同数であってもよく、各々の電池群111で異なってもよい。

【0020】

図1に示す例において、組電池110は、複数の単電池1がたとえばバスバーを介して直列に接続されて電池群111が構成され、複数の電池群111がたとえばバスバーを介して直列に接続された構成を有している。図1では、図示の都合上、組電池110が、直列に接続された二つの電池群111を備え、各々の電池群111が、直列に接続された四つの単電池1を備える例を示している。しかし、組電池110が備える電池群111の数、直列または並列などの電池群111の接続方法、および、各々の電池群111が備える単電池1の数などは、特に限定されない。

20

【0021】

個々の電池群111は、たとえば単電池1の状態管理および制御の単位となる。なお、複数の電池群111は、並列に接続されていてもよい。また、電池群111を構成する単電池1の数は、すべての電池群111で同数であってもよく、各々の電池群111で異なってもよい。

【0022】

単電池管理部120は、組電池110を構成する単電池1の状態を監視および管理する。単電池管理部120は、たとえば、単電池1の過充電または過放電を判定また診断する機能や、通信エラーなどが発生した場合に異常信号を出力する機能を有し、その判定結果や異常信号を組電池制御部150に出力する。単電池管理部120は、たとえば、複数の単電池制御部121を備えている。

30

【0023】

単電池制御部121は、たとえば、各々の単電池制御部121に対して設けられている。単電池制御部121は、電池群111を構成する各々の単電池1の状態を監視し、各々の単電池1を制御する。単電池制御部121は、たとえば、制御対象の電池群111から電力の供給を受けて動作する。

【0024】

図2は、図1に示す蓄電装置100を構成する単電池制御部121の回路構成の一例である。単電池制御部121は、たとえば、電圧検出回路121aと、温度検知部121bと、制御回路121cと、信号入出力回路121dとを備えている。また、図示を省略するが、単電池制御部121は、たとえば、単電池1の自己放電や消費電流のばらつきなどにもなって発生する単電池1間の電圧のばらつきを均等化する回路を備えている。

40

【0025】

電圧検出回路121aは、単電池1の電圧を測定する電圧センサであり、電池群111を構成する各々の単電池1の正極と負極の外部端子の間の電圧を測定する。温度検知部121bは、たとえば単電池1の表面温度を測定する温度センサに接続された温度検出回路である。なお、温度センサによって測定した単電池1の表面温度の検出は、電圧検出回路

50

1 2 1 a によって行うことも可能である。

【 0 0 2 6 】

温度検知部 1 2 1 b は、たとえば、電池群 1 1 1 の全体として少なくとも一つの温度を測定し、その温度をその電池群 1 1 1 を構成する単電池 1 の温度の代表値として出力する。そのため、図 2 に示す例において、単電池制御部 1 2 1 は、一つの温度検知部 1 2 1 b を備えている。なお、単電池制御部 1 2 1 は、各々の単電池 1 に対して一つの温度検知部 1 2 1 b を有してもよい。しかし、この場合は、単電池制御部 1 2 1 に一つの温度検知部 1 2 1 b を設ける場合よりも単電池制御部 1 2 1 の構成が複雑になる。

【 0 0 2 7 】

温度検知部 1 2 1 b から出力される単電池 1 の表面温度は、たとえば、単電池制御部 1 2 1 および組電池制御部 1 5 0 において、単電池 1、電池群 1 1 1、または組電池 1 1 0 (以下、単に「電池」という。)の状態を判定するための各種の演算に用いられる。また、温度検知部 1 2 1 b から出力される単電池 1 の表面温度は、たとえば、中央処理装置 1 9 0 による各種の演算に用いられる。

10

【 0 0 2 8 】

制御回路 1 2 1 c は、電圧検出回路 1 2 1 a から出力された単電池 1 の外部端子間の電圧値と、温度検知部 1 2 1 b から出力された単電池 1 の表面温度の測定値とが入力される。制御回路 1 2 1 c は、入力された各々の単電池 1 の電圧値と、電池群 1 1 1 ごとの単電池 1 の表面温度の測定値とを、信号入出力回路 1 2 1 d へ出力する。信号入出力回路 1 2 1 d は、制御回路 1 2 1 c から出力された単電池 1 の電圧値と、電池群 1 1 1 ごとの単電池 1 の表面温度の測定値とを、通信経路 1 6 0 および絶縁素子 1 7 0 を介して組電池制御部 1 5 0 へ出力する。

20

【 0 0 2 9 】

図 1 に示すように、電流検知部 1 3 0 は、たとえば組電池 1 1 0 に流れる電流を検知して電流値を測定する電流計または電流センサである。電圧検知部 1 4 0 は、たとえば組電池 1 1 0 の全体の電圧を検知して電圧値を測定する電圧計または電圧センサである。

【 0 0 3 0 】

組電池制御部 1 5 0 は、本開示に係る電池制御装置の一実施形態であり、電池の充放電時の最大電力値を算出して、電池を制御する。組電池制御部 1 5 0 は、たとえば、電池の状態を検知するとともに、電池の状態を管理し、電池を制御する。より具体的には、組電池制御部 1 5 0 には、たとえば、単電池管理部 1 2 0 から出力された単電池 1 の電圧や温度、電流検知部 1 3 0 から出力された組電池 1 1 0 を流れる電流値、電圧検知部 1 4 0 から出力された組電池 1 1 0 の全体の電圧値などの情報が入力される。

30

【 0 0 3 1 】

組電池制御部 1 5 0 は、たとえば中央処理装置 1 9 0 を備え、入力された情報に基づいて電池の状態を判定および検知する。組電池制御部 1 5 0 は、電池の状態の判定結果または検知結果を、信号線を介して単電池管理部 1 2 0 や車両制御部 4 0 0 へ出力する。

【 0 0 3 2 】

また、組電池制御部 1 5 0 は、たとえば中央処理装置 1 9 0 により、入力された情報および記憶装置 1 8 0 に記憶された情報を用いて、組電池 1 1 0、電池群 1 1 1 および単電池 1 を適切に制御するための各種の演算を行う。さらに、組電池制御部 1 5 0 は、演算結果や演算結果に基づく指令を、単電池管理部 1 2 0 やリレー 2 0 0 に出力する。

40

【 0 0 3 3 】

また、組電池制御部 1 5 0 は、たとえば通信経路 1 6 0 およびフォトブラなどの絶縁素子 1 7 0 を介して単電池管理部 1 2 0 に接続され、単電池管理部 1 2 0 との間で信号を送受信する。組電池制御部 1 5 0 には、たとえば、単電池管理部 1 2 0 から出力された判定結果や診断結果、異常信号などが入力される。また、組電池制御部 1 5 0 には、たとえば、記憶装置 1 8 0 からの信号や、車両制御部 4 0 0 からの信号が入力される。

【 0 0 3 4 】

組電池制御部 1 5 0 と単電池管理部 1 2 0 とは、たとえば動作電源が異なっている。具

50

体的には、組電池制御部 150 は、たとえば車載補機用の 14 [V] 系の電源を用い、単電池管理部 120 は、たとえば組電池 110 を電源として用いる。そのため、組電池制御部 150 と単電池管理部 120 とは、相互に絶縁素子 170 を介して信号を送受信する。なお、絶縁素子 170 は、単電池管理部 120 を構成する回路基板に実装してもよく、組電池制御部 150 を構成する回路基板に実装してもよい。また、蓄電装置 100 の構成によっては、絶縁素子 170 を省略することも可能である。

【0035】

組電池制御部 150 と単電池管理部 120 を構成する複数の単電池制御部 121 との間の通信について、より詳細に説明する。複数の単電池制御部 121 は、たとえば各々の電池群 111 と同様に直列に接続されている。すなわち、複数の単電池制御部 121 は、監視対象の電池群 111 の電位が最も高い単電池制御部 121 から、監視対象の電池群 111 の電位が最も低い単電池制御部 121 まで、監視対象の電池群 111 の電位の降順に直列に接続されている。

10

【0036】

組電池制御部 150 から出力された情報は、通信経路 160 および絶縁素子 170 を介して、監視対象の電池群 111 の電位が最も高い単電池制御部 121 に入力される。さらに、組電池制御部 150 から出力されて監視対象の電池群 111 の電位が最も高い単電池制御部 121 に入力された情報およびその単電池制御部 121 の出力は、その次に監視対象の電池群 111 の電位が高い単電池制御部 121 へ入力される。

【0037】

これが順次繰り返されることで、最終的にすべての電池群 111 の情報を含む情報が監視対象の電池群 111 の電位が最も低い単電池制御部 121 から出力され、通信経路 160 および絶縁素子 170 を介して組電池制御部 150 に入力される。なお、隣り合う単電池制御部 121 間の通信は、たとえば、これらの間に配置した絶縁素子 170 を介して行うことも可能である。

20

【0038】

このように、組電池制御部 150 と、複数の単電池制御部 121 とは、たとえば通信経路 160 によってループ状に接続されている。このループ状の接続は、たとえば、ダイジェーション接続、数珠繋ぎ接続、または芋づる式接続などと呼ばれることがある。

【0039】

記憶装置 180 は、たとえば、RAM や ROM などのメモリやハードディスクなどによって構成され、図 1 に示す例において、組電池制御部 150 の外部に設けられている。なお、記憶装置 180 は、組電池制御部 150 を構成する回路基板に実装されて、組電池制御部 150 の一部を構成していてもよい。また、記憶装置 180 は、たとえば、組電池制御部 150 や単電池制御部 121 を構成する回路基板のそれぞれに実装されていてもよい。

30

【0040】

記憶装置 180 は、たとえば、組電池 110、それぞれの電池群 111、およびそれぞれの単電池 1 の情報が記憶される。具体的には、たとえば、組電池 110 の電流制限値などの制限値や、組電池 110、各々の電池群 111、および各々の単電池 1 の電池特性に関する情報が記憶されている。

40

【0041】

記憶装置 180 は、たとえば、単電池 1 の電圧値、電流値および温度から、電池の充電状態 (state of charge: SOC) を求めるための演算式、テーブル、グラフまたはマップが記憶されている。また、記憶装置 180 は、たとえば、単電池 1 の電圧値、電流値および温度から、電池の部抵抗の上昇率 (state of Health based on resistance: SOHR) を求めるための演算式、テーブル、グラフまたはマップが記憶されている。これら SOC および SOHR を求めるための演算式等は、公知であるため、説明を省略する。

【0042】

また、記憶装置 180 は、たとえば、後述する組電池制御部 150 の各種の演算機能に

50

において中央処理装置 190 による演算に使用される各種の演算式、マップ、プログラム、データが記憶されている。記憶装置 180 に記憶された各種の演算式については、後述する組電池制御部 150 の各種の演算機能の説明において詳述する。

【0043】

中央処理装置 190 は、図 1 に示すように、たとえば組電池制御部 150 を構成する回路基板に実装されて組電池制御部 150 の一部を構成し、記憶装置 180 に対して情報通信可能に接続されている。なお、中央処理装置 190 は、たとえば、単電池管理部 120 を構成する回路基板に実装されてもよい。

【0044】

また、中央処理装置 190 は、たとえば、単電池 1 に流れる電流を測定する電流センサである電流検知部 130 に信号線を介して接続され、電流検知部 130 による電流の測定値を取得する。また、中央処理装置 190 は、たとえば、組電池 110 の電圧を測定する電圧検知部 140 に信号線を介して接続され、電圧検知部 140 による電圧の測定値を取得する。また、中央処理装置 190 は、たとえば、図示を省略する環境温度センサに信号線を介して接続され、環境温度センサから単電池 1 の周囲の環境温度を取得する。

【0045】

また、中央処理装置 190 は、たとえば、通信経路 160 および絶縁素子 170 を介して単電池制御部 121 に接続されている。これにより、中央処理装置 190 は、単電池制御部 121 が備える電圧センサによって測定された電池群 111 を構成する個々の単電池 1 の電圧を取得する。また、中央処理装置 190 は、たとえば、温度センサによって測定された各々の電池群 111 の少なくとも一つの単電池 1 の表面温度の測定値を取得する。中央処理装置 190 は、記憶装置 180 に記憶された情報や、上記センサ等から取得した情報に基づいて、各種の演算を実行する。

【0046】

図 3 は、図 1 に示す組電池制御部 150 の機能ブロック図である。組電池制御部 150 は、たとえば、電池状態を検知する機能 F1 と、充電時の最大電力値を演算する機能 F2 と、放電時の最大電力値を演算する機能 F3 とを備えている。図 3 に示す各機能ブロックは、たとえば、組電池制御部 150 に入力される情報ならびに記憶装置 180 に記憶された情報およびプログラムと、それらを読み込んで各種の処理を実行する中央処理装置 190 と、によって実現することができる。

【0047】

図 3 に示すように、電池状態を検知する機能 F1 において、中央処理装置 190 は、たとえば、単電池 1 の電圧値、電流値、および温度を入力として、記憶装置 180 に記憶された演算式等を用い、電池の SOC および SOHR を演算して出力する。充電時の最大電力値を演算する機能 F2 および放電時の最大電力値を演算する機能 F3 において、中央処理装置 190 は、たとえば、電池状態を検知する機能 F1 から出力された SOC および SOHR、ならびに単電池 1 の温度を入力とする。そして、中央処理装置 190 は、記憶装置 180 に記憶された演算式等を用い、充電時の最大電力値を演算する機能 F2 において充電時の最大電力値 $W_{\max, \text{chg}}$ を演算して出力し、放電時の最大電力値を演算する機能 F3 において放電時の最大電力値 $W_{\max, \text{dis}}$ を演算して出力する。

【0048】

図 4 は、図 3 に示す充電時の最大電力値を演算する機能 F2 の機能ブロック図である。この機能 F2 は、たとえば、電流演算用の充電抵抗を演算する機能 F21 と、電圧演算用の充電抵抗を演算する機能 F22 と、充電時の最大電流値を演算する機能 F23 と、充電時の算定電圧を演算する機能 F24 と、充電時の最大電力値を演算する機能 F25 とを備えている。

【0049】

電流演算用の充電抵抗を演算する機能 F21 において、中央処理装置 190 は、電池の SOC、温度、および SOHR を入力とし、記憶装置 180 に記憶された以下の数式 (1) およびマップ等を用いて、充電時の最大電流値の演算に用いる内部抵抗値 R_{chg_i} を演算して出

10

20

30

40

50

力する。

【 0 0 5 0 】

【 数 1 】

$$R_{chg,i} = ChgR_iMap(SOC, T) \times \frac{SOHR}{100} \quad \dots (1)$$

【 0 0 5 1 】

また、電圧演算用の充電抵抗を演算する機能 F 2 2 において、中央処理装置 1 9 0 は、電池のSOC、温度、およびSOHRを入力とし、記憶装置 1 8 0 に記憶された以下の数式 (2) およびマップ等を用いて、内部抵抗値 $R_{chg,v}$ を演算して出力する。この内部抵抗値 $R_{chg,v}$ は、電池に充電可能な電流が通電されたときの電池の電圧の予測値を演算するために用いられる。

10

【 0 0 5 2 】

【 数 2 】

$$R_{chg,v} = ChgR_vMap(SOC, T) \times \frac{SOHR}{100} \quad \dots (2)$$

【 0 0 5 3 】

また、充電時の最大電流値を演算する機能 F 2 3 において、中央処理装置 1 9 0 は、電池のSOCと、電流演算用の充電抵抗を演算する機能 F 2 1 の出力である内部抵抗値 $R_{chg,i}$ を入力とする。また、この機能 F 2 3 において、中央処理装置 1 9 0 は、図示を省略する上限電流値 $I_{limit,chg}$ 、上限電圧値 V_{max} 、および開回路電圧 (open circuit voltage: OCV) を入力とする。

20

【 0 0 5 4 】

この機能 F 2 3 において、中央処理装置 1 9 0 は、上記のような情報を入力とし、記憶装置 1 8 0 に記憶された以下の数式 (3) を用いて、充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ を演算して出力する。なお、この機能 F 2 3 の入力である上限電流値 $I_{limit,chg}$ および上限電圧値 V_{max} は、たとえば蓄電装置 1 0 0 およびリレー 2 0 0 を含む電池システムを構成する部材の材料などによって定まる。また、OCVは、電池が静的な状態に置かれた時に観測される電圧である。

【 0 0 5 5 】

【 数 3 】

$$I_{max,chg} = \min \left(\frac{V_{max} - (OCV(SOC))}{R_{chg,i}}, I_{limit,chg} \right) \quad \dots (3)$$

30

【 0 0 5 6 】

また、充電時の算定電圧値を演算する機能 F 2 4 において、中央処理装置 1 9 0 は、SOCと、機能 F 2 2 の出力である電圧演算用の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ と、機能 F 2 3 の出力である充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ を入力とする。そして、この機能 F 2 4 において、中央処理装置 1 9 0 は、これらの入力を用い、記憶装置 1 8 0 に記憶された以下の数式 (4) に基づいて、充電時の算定電圧値 $V_{max,chg}$ を演算して出力する。

【 0 0 5 7 】

【 数 4 】

$$V_{max,chg} = (OCV(SOC) + I_{max,chg} \times R_{chg,v}) \quad \dots (4)$$

40

【 0 0 5 8 】

また、充電時の最大電力値を演算する機能 F 2 5 において、中央処理装置 1 9 0 は、機能 F 2 3 の出力である充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ と、機能 F 2 4 の出力である充電時の算定電圧値 $V_{max,chg}$ を入力とする。そして、この機能 F 2 5 において、中央処理装置 1 9 0 は、これらの入力を用い、以下の数式 (5) に基づいて、充電時の最大電力値 $W_{max,chg}$ を演算して出力する。なお、数式 (5) において、Nは、組電池 1 1 0 を構成する単電池 1 の数である。

50

【 0 0 5 9 】

【 数 5 】

$$W_{max,chg} = N \times I_{max,chg} \times V_{max,chg} \quad \dots (5)$$

【 0 0 6 0 】

以上のように、充電時の最大電力値を演算する機能 F 2 において、中央処理装置 1 9 0 は、電池状態を検知する機能 F 1 から出力されたSOCおよびSOHR、ならびに単電池 1 の温度を入力とし、記憶装置 1 8 0 に記憶された演算式等を用い、充電時の最大電力値 $W_{max,chg}$ を演算して出力する。

【 0 0 6 1 】

図 5 は、図 3 に示す放電時の最大電力値を演算する機能 F 3 の機能ブロック図である。放電時の最大電力値を演算する機能 F 3 は、たとえば、電流演算用の放電抵抗を演算する機能 F 3 1 と、電圧演算用の放電抵抗を演算する機能 F 3 2 と、放電時の最大電流値を演算する機能 F 3 3 と、放電時の算定電圧値を演算する機能 F 3 4 と、放電時の最大電力値を演算する機能 F 3 5 と、を備えている。

【 0 0 6 2 】

電流演算用の放電抵抗を演算する機能 F 3 1 において、中央処理装置 1 9 0 は、電池のSOC、温度、SOHRを入力とし、記憶装置 1 8 0 に記憶された以下の数式 (6) およびマップ等に基づいて、放電時の最大電流値の演算に用いる内部抵抗値 R_{dis_i} を演算して出力する。

【 0 0 6 3 】

【 数 6 】

$$R_{dis_i} = DisR_iMap(SOC, T) \times \frac{SOHR}{100} \quad \dots (6)$$

【 0 0 6 4 】

また、電圧演算用の放電抵抗を演算する機能 F 3 2 において、中央処理装置 1 9 0 は、電池のSOC、温度、SOHRを入力とし、記憶装置 1 8 0 に記憶された以下の数式 (7) およびマップ等に基づいて、内部抵抗値 R_{dis_v} を演算して出力する。この内部抵抗値 R_{dis_v} は、放電時の最大電流値が通電されたときの電池の電圧予測値である算定電圧値を演算するために用いられる。

【 0 0 6 5 】

【 数 7 】

$$R_{dis_v} = DisR_vMap(SOC, T) \times \frac{SOHR}{100} \quad \dots (7)$$

【 0 0 6 6 】

また、放電時の最大電流値を演算する機能 F 3 3 において、中央処理装置 1 9 0 は、電池のSOCと、機能 F 3 1 の出力である内部抵抗値 R_{dis_i} と、記憶装置 1 8 0 に記憶された図示を省略する上限電流値 $I_{limit,dis}$ および下限電圧値 V_{min} と、を入力とする。ここで、上限電流値 $I_{limit,dis}$ および下限電圧値 V_{min} は、蓄電装置 1 0 0 およびリレー 2 0 0 を含む電池システムを構成する部材の材料などによって定まる。そして、中央処理装置 1 9 0 は、これらの入力と、記憶装置 1 8 0 に記憶された以下の数式 (8) に基づいて、放電時の最大電流値 $I_{max,dis}$ を演算して出力する。

【 0 0 6 7 】

【 数 8 】

$$I_{max,dis} = \max\left(\frac{(V_{min}-OCV(SOC))}{R_{dis,i}}, I_{limit,dis}\right) \quad \dots (8)$$

【 0 0 6 8 】

また、放電時の算定電圧値を演算する機能 F 3 4 において、中央処理装置 1 9 0 は、電池のSOCと、機能 F 3 2 の出力である内部抵抗値 R_{dis_v} と、機能 F 3 3 の出力である放電

10

20

30

40

50

時の最大電流値 $I_{max,dis}$ と、を入力とする。そして、中央処理装置 190 は、これらの入力と、記憶装置 180 の記憶された以下の数式 (9) に基づいて、放電時の算定電圧値 $V_{max,dis}$ を演算して出力する。

【0069】

【数9】

$$V_{max,dis} = (OCV(SOC) + I_{max,dis} \times R_{dis,v}) \quad \dots (9)$$

【0070】

また、放電時の最大電力値を演算する機能 F35 において、中央処理装置 190 は、機能 F33 の出力である最大電流値 $I_{max,dis}$ と、機能 F34 の出力である算定電圧値 $V_{max,dis}$ を入力とし、記憶装置 180 の記憶された以下の数式 (10) に基づいて、放電時の最大電力値 $W_{max,dis}$ を演算して出力する。なお、数式 (10) において、N は、組電池 110 を構成する単電池 1 の数である。

10

【0071】

【数10】

$$W_{max,dis} = N \times I_{max,dis} \times V_{max,dis} \quad \dots (10)$$

【0072】

以上のように、放電時の最大電力値を演算する機能 F3 において、中央処理装置 190 は、電池状態を検知する機能 F1 から出力された SOC および SOHR、ならびに単電池 1 の温度を入力とし、記憶装置 180 に記憶された演算式等を用い、放電時の最大電力値 $W_{max,dis}$ を演算して出力する。

20

【0073】

次に、前記数式 (1) に含まれるマップ (ChgDCR_iMap) と、前記数式 (2) に含まれるマップ (ChgDCR_vMap) と、前記数式 (6) に含まれるマップ (DisDCR_iMap) と、前記数式 (7) に含まれるマップ (DisDCR_vMap) について説明する。これらの電池の内部抵抗値のマップは、たとえば電池の SOC や温度などの条件を様々に異ならせて、その条件ごとにパルス状またはステップ状の電流を電池に入力しまたは電池から出力する充放電試験を行い、データを取得することによって作成することができる。

【0074】

図 6 は、電池を放電させてステップ状の電流を出力する放電試験時の電池の電圧および内部抵抗の時間変化の一例を示すグラフである。図 6 において、グラフ (a) は電流の時間波形であり、グラフ (b) は電圧の時間波形であり、グラフ (c) は内部抵抗の時間波形である。

30

【0075】

図 6 のグラフ (a) のように、電流がゼロの休止状態からステップ状に変化して電池が放電を開始すると、図 6 のグラフ (b) のように、電圧がステップ状に降下する。電池の内部抵抗は、図 6 のグラフ (c) のように、電池の放電開始後、時間の経過とともに増加している。このように、電池の内部抵抗は、電池の通電時間に応じて変化する。

【0076】

そのため、電池の内部抵抗のマップを作成する際には、電池の通電開始からどれだけ時間が経過したときの電圧と内部抵抗値との関係を採用するかを、あらかじめ決めておく。そして、電池の通電開始時から所定時間経過時の複数の電圧と内部抵抗値との関係を用いて、電池の内部抵抗値のマップを作成する。

40

【0077】

図 7 は、電池の通電時間による内部抵抗特性の変化を示すグラフである。図 7 のグラフ (a) およびグラフ (b) は、横軸を SOC、縦軸を内部抵抗とし、それぞれ、最も高温での内部抵抗特性を実線で表し、最も低温での内部抵抗特性を破線で示し、その間の温度の内部抵抗特性を点線で示している。また、図 7 のグラフ (a) は、電池に対して相対的に長時間にわたって通電させたときの内部抵抗特性を示し、図 7 のグラフ (b) は、電池に

50

対して相対的に短時間にわたって通電させたときの内部抵抗特性を示している。

【0078】

図7に示すように、電池の温度が低いほど、電池の内部抵抗は高くなる。また、通電時間が長くなると、内部抵抗が高くなる傾向がある。そのため、前記数式(1)から(10)における電力演算の過程で用いる内部抵抗値 R_{chg_i} 、 R_{chg_v} 、 R_{dis_i} 、 R_{dis_v} には、任意の単数または複数の通電時間に対応する内部抵抗値について、図7に示すようなSOCと温度に応じたマップを作成して記憶装置180に記憶させる。

【0079】

また、前記数式(3)、(4)、(8)、(9)に含まれるOCVは、一般にSOCに応じて変化するため、内部抵抗特性のマップと同様に、あらかじめ実験によりデータを取得してSOCに応じたマップを作成し、記憶装置180に記憶させておく。

10

【0080】

図8は、前記数式(1)から(5)に基づいて図3、図4に示す機能F2で算出された充電時の最大電力値 $W_{max,chg}$ の一例を示すグラフである。前記数式(3)の入力、すなわち充電時の最大電流値を演算する機能F23の入力である上限電流値 $I_{limit,chg}$ は、前述のように、たとえば電池システムを構成する部材の材料などによって定まる。この上限電流値 $I_{limit,chg}$ が、たとえば200[A]などの固定値である場合、充電時の最大電力値 $W_{max,chg}$ の傾向は、前記数式(3)において選択された最小値がどちらであったかによって異なる。

【0081】

すなわち、前記数式(3)の充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が、電池システムを構成する部材の材料などによって定まる上限電流値 $I_{limit,chg}$ である第1の場合は、充電時の最大電力値 $W_{max,chg}$ の傾向は、図8のグラフ(a)のようになる。一方、前記数式(3)の充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が、上限電圧値 V_{max} によって規定される電流値となる第2の場合は、充電時の最大電力値 $W_{max,chg}$ の傾向は、図8のグラフ(b)のようになる。

20

【0082】

充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が上限電流値 $I_{limit,chg}$ で制限される前記第1の場合は、上限電流値 $I_{limit,chg}$ が固定値であるため、充電時の最大電力値 $W_{max,chg}$ の大小は、電池に上限電流値 $I_{limit,chg}$ が流れたときの電圧、すなわち前記数式(4)で算出される充電時の算定電圧値 $V_{max,chg}$ の大小で決まる。前記数式(4)において、電池のSOCが上昇するほどOCVは高くなり、電池の温度が低くなるほど内部抵抗値 R_{chg_v} が高くなるため、充電時の算定電圧値 $V_{max,chg}$ も、電池のSOCが上昇するほど高くなり、電池の温度が低くなるほど高くなる。そのため、前記数式(5)で算出される充電時の最大電力値 $W_{max,chg}$ も同様に、図8のグラフ(a)のように、電池のSOCが高くなるほど大きくなり、電池の温度が低くなるほど大きくなる傾向がある。

30

【0083】

一方、充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が上限電圧値 V_{max} で制限される前記第2の場合は、充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が電池のSOCや温度に応じて変化するため、充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ の大小によって充電時の最大電力値 $W_{max,chg}$ の大小が決まる。具体的には、SOCが高くなるほど、OCVが高くなって充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が小さくなり、電池の温度が低くなるほど、内部抵抗が高くなって充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が小さくなる傾向がある。したがって、前記数式(5)で算出される充電時の最大電力値 $W_{max,chg}$ も同様に、図8のグラフ(b)のように、電池のSOCが高くなるほど小さくなり、電池の温度が低くなるほど小さくなる傾向がある。

40

【0084】

図9は、前記数式(6)から(10)に基づいて図3、図4で算出された放電時の最大電力値 $W_{max,dis}$ の一例を示すグラフである。放電時の最大電力値 $W_{max,dis}$ は、SOCが低下するほど低下する。また、電池の温度が低下するほど、電池の内部抵抗が上昇して放電時の最大電力値 $W_{max,dis}$ が低下する傾向がある。

【0085】

50

以上のように、蓄電装置 100 の組電池制御部 150 は、入力された情報、および記憶装置 180 にあらかじめ記憶されている情報に基づいて、電池の充放電を適切に制御するための充放電時の最大電力値の演算、SOC や SOHR の演算、および電圧均等化制御を行うための演算などを行う。組電池制御部 150 は、これらの演算結果や、その演算結果に基づく指令を、単電池管理部 120 や車両制御部 400 に出力する。

【0086】

インバータ 300 は、図 1 に示すように、たとえばリレー 200 を介して蓄電装置 100 に接続されている。また、インバータ 300 は、車両制御部 400 に接続されている。車両制御部 400 は、組電池制御部 150 から出力された情報に基づいて、インバータ 300 を制御する。蓄電装置 100 が搭載された車両は、たとえば車両制御部 400 の制御の下、蓄電装置 100 がリレー 200 を介してインバータ 300 に接続される。これにより、組電池 110 を構成する単電池 1 に蓄積された電気エネルギーによってモータジェネレータ 500 が駆動され、車両が走行する。また、車両の制動時にモータジェネレータ 500 で発電された回生電力が、インバータ 300 およびリレー 200 を介して蓄電装置 1000 に供給され、組電池 110 を構成する単電池 1 が充電される。

【0087】

以下、従来技術および比較例との対比に基づいて、本開示に係る電池制御装置の一実施形態である組電池制御部 150 の作用を説明する。

【0088】

従来から電気自動車 (EV)、プラグインハイブリッド自動車 (PHEV)、ハイブリッド自動車 (HEV) などに搭載される電池システムは、直列または並列に接続された二次電池と、その二次電池と負荷との電氣的な接続のオンオフを制御するためのリレーや電流センサ等の電氣的な部品などを備えている。電池システムは、二次電池の劣化による出力低下を抑制するため、電池システムの過渡な使用を検知した場合に、二次電池からモータ等の負荷にかかる電力または電流を制限する電池制御装置を備えている。

【0089】

電池システムは、二次電池を適切な範囲で使用するために電池の電圧および電池に流れる電流に対して制限が設けられている。電池の電圧に対する制限値、すなわち上限電圧および下限電圧や、電流に対する制限値、すなわち上限電流値は、二次電池の過充電の防止や、劣化の進行を抑制することを目的として設定されている。これらは、二次電池に充電可能な最大電力値または二次電池から放電可能な最大電力値、すなわち充電時の最大電力値および放電時の最大電力値を規定する上で重要なパラメータである。

【0090】

二次電池の充放電時の最大電力値の演算には、上述した二次電池の上限電圧値および下限電圧値ならびに上限電流値に加え、二次電池の内部抵抗を用いる。二次電池の内部抵抗は、電流が流れた時間、すなわち通電時間に依りて変化する。そのため、二次電池の充放電中のリアルタイムな最大電力値を規定する際には、二次電池が実際に作動している間の充放電パターンを考慮した適切な内部抵抗を設定し、充放電時の最大電力値を演算する必要がある。

【0091】

前記特許文献 1 に記載された従来電池制御装置によれば、充放電を継続するにしたがって単電池の内部抵抗が変化しても、内部抵抗テーブルから取得する内部抵抗値を変化にしたがって切り替えることにより、内部抵抗の変化に追従することができる。(同文献、第 0010 段落等を参照)。この従来電池制御装置は、二次電池に流れる電流の通電時間に依りて適切な内部抵抗値を設定することで、その内部抵抗値に対応した二次電池の充放電時の最大電力値を演算することが可能である。

【0092】

ここで、現時点から所定の時間にわたって連続して二次電池に入力可能な電力として充放電時の最大電力値を規定する。この場合、現時点以降から連続して二次電池に通電可能な電流値を算出し、その電流値に基づいて二次電池の通電時の電圧を算出し、その電圧と

10

20

30

40

50

算出した連続して二次電池に通電可能な電流値とを乗算することで、充放電時の最大電力値を算出する。

【0093】

しかし、通電時の二次電池の電圧の演算値と実測値とは、一致しないことがある。この場合、前述のように算出された充放電時の最大電力値に相当する負荷が二次電池に入力されると、算出された二次電池に連続して通電可能な電流に対し、過大な電流値または過小な電流値が二次電池に流れるおそれがある。

【0094】

ここで、本実施形態の組電池制御部150との比較のために、従来技術に相当する比較例の電池制御装置を想定する。比較例の電池制御装置では、図4に示す充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ の演算用の内部抵抗値 $R_{chg,i}$ と、充電時の算定電圧値 $V_{max,chg}$ の演算用の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ とが同一の内部抵抗値であり、図5に示す放電時の最大電流値 $I_{max,dis}$ の演算用の内部抵抗値 $R_{dis,i}$ と、放電時の算定電圧値 $V_{max,dis}$ の演算用の内部抵抗値 $R_{dis,v}$ とが同一の内部抵抗値であるものとする。この比較例の電池制御装置の問題点を、図10から図12を参照して説明する。

10

【0095】

図10は、比較例の電池制御装置を備える蓄電装置の充電時の電力、電流、内部抵抗および電圧の時間変化の一例を示すグラフである。図10において、グラフ(a)は電池の充電時の電力の時間変化を示し、グラフ(b)は充電時に電池に流れる電流の時間変化を示し、グラフ(c)は充電時の電池の内部抵抗の時間変化を示し、グラフ(d)は充電時の電池の電圧の時間変化を示している。

20

【0096】

比較例の電池制御装置を備える蓄電装置では、電池が休止状態から充電が開始されると、電池のSOCが変化することで、充電時の最大電力値は、時間の経過とともに変化する。そのため、図10では、時間の経過とともに変化する電力の演算値をそのまま電池に入力する場合を想定する。また、図8に示すように、充電時の最大電力値の挙動は、前記数式(3)で最小値としてどちらの電流値が選択されるかによって変化する。そのため、図10では、充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が上限電流値 $I_{limit,chg}$ で制限される前記第1の場合(図8のグラフ(a)の場合)における、電力、電流、内部抵抗値、電圧の挙動を示している。

30

【0097】

充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が上限電流値 $I_{limit,chg}$ で制限される前記第1の場合には、充電時の最大電力値が、SOCの上昇とともに増加するため、充電時のSOCの上昇により、図10のグラフ(a)のように、充電時の最大電力値も増加する傾向にある。このとき、電池システムの構成部材で決まる充電時の上限電流値 $I_{limit,chg}$ が固定値であるため、図10のグラフ(b)に点線で示す演算上の充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が固定値となる。

【0098】

しかし、図10のグラフ(b)において実線で示すように、実際に電池に流れる電流値は、休止状態から通電が開始されたときに、点線で示す演算上の充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ を大きく超え、時間の経過とともに減少して演算上の充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ に収束している。このような現象が生じるのは、次のような理由による。

40

【0099】

図10のグラフ(c)において実線で示す実際の電池の内部抵抗値は、電池の通電開始時が最小値であり、時間の経過とともに増加している。そのため、図10のグラフ(d)に実線で示す実際の電池の電圧値も同様に、電池の通電開始時が最小値であり、時間の経過とともに増加している。

【0100】

比較例の電池制御装置においては、電圧の演算に使用する電池の内部抵抗値は、図10のグラフ(c)において点線で示すように、充電開始から所定時間が経過した時点の実際

50

の電池の内部抵抗値に固定されている。そのため、電池の充電開始から所定時間が経過するまでの間、図10のグラフ(c)において実線で示す実際の電池の内部抵抗値は、点線で示す電圧の演算に使用する電池の内部抵抗値よりも小さくなる。

【0101】

そのため、図10のグラフ(c)において点線で示す演算用の内部抵抗値に基づいて算出された充電時の最大電力値で電池の充電が開始されると、図10のグラフ(b)において実線で示す実際の電流値が点線で示す最大電流値 $I_{max,chg}$ を大きく超えることになる。このときに流れる電流値による充電時の最大電力値は、以下の数式(11)のようになる。

【0102】

【数11】

$$W_{max,chg} = I_{max,chg} \times (OCV(SOC) + I_{max,chg} \times R_{chg,v})$$

$$= I'_{max,chg} \times (OCV(SOC) + I'_{max,chg} \times R_{chg,v'}) \quad \cdots (11)$$

【0103】

数式(11)において、上段の右辺が比較例の電池制御装置によって演算された充電時の最大電力値であり、図10のグラフ(b)に点線で示す最大電流値 $I_{max,chg}$ と、図10のグラフ(c)に破線で示す電圧演算用の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ が含まれている。また、上段の右辺に等しい下段の右辺には、図10のグラフ(b)に実線で示す実際の電流値 $I_{max,chg}$ と、図10のグラフ(c)に実線で示す実際の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ が含まれている。

【0104】

この数式(11)により、図10のグラフ(c)において破線で示す電圧演算用の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ が実線で示す実際の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ より大きい場合、図10のグラフ(b)において実線で示す電流値 $I_{max,chg}$ が点線で示す最大電流値 $I_{max,chg}$ よりも大きくなることが分かる。ただし、所定時間の経過後は、図10のグラフ(c)において破線で示す電圧演算用の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ に実線で示す実際の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ が収束し、図10のグラフ(b)において実線で示す電流値 $I_{max,chg}$ が点線で示す最大電流値 $I_{max,chg}$ に一致する。

【0105】

図11は、比較例の電池制御装置を備える蓄電装置の充電時の電力、電流、内部抵抗および電圧の時間変化の一例を示すグラフである。図11において、グラフ(a)は電池の充電時の電力の時間変化を示し、グラフ(b)は充電時に電池に流れる電流の時間変化を示し、グラフ(c)は充電時の電池の内部抵抗の時間変化を示し、グラフ(d)は充電時の電池の電圧の時間変化を示している。

【0106】

図10では、充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が上限電流値 $I_{limit,chg}$ で制限される前記第1の場合を示したが、図11では、充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が上限電圧値 V_{max} で制限される前記第2の場合における、電力、電流、内部抵抗値、電圧の挙動を示す。前述のように比較例の電池制御装置を備える蓄電装置では、電池が休止状態から通電が開始されると、電池のSOCが変化することで、充電時の最大電力値は、時々刻々と変化する。そのため、図11においても、時間の経過とともに変化する電力の演算値をそのまま電池に入力する場合を想定する。

【0107】

充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が上限電圧値 V_{max} で制限される前記第2の場合には、図11のグラフ(a)のように、充電中に電池のSOCの上昇にともなって、充電時の最大電力値が減少していく。同様に、図11のグラフ(b)のように、充電中に電池のSOCの上昇にともなって、電流値が減少していく。充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が上限電圧値 V_{max} で制限される前記第2の場合においても、図11のグラフ(c)のように、所定時間が経過するまでの間は、実線で示す実際の電池の内部抵抗が、点線で示す演算用の電池の内部抵

10

20

30

40

50

抗よりも小さい。そのため、充電開始から所定時間が経過するまでの間、図 1 1 のグラフ (b) において、実線で示す実際に電池に流れる電流値が、点線で示す充電時の最大電流値 $I_{\max, \text{chg}}$ よりも大きくなる。

【 0 1 0 8 】

以上のように、比較例に係る電池制御装置を備えた蓄電装置では、電池の電圧の演算に用いる内部抵抗値が、実際の電池の内部抵抗値と異なると、電池に流れる電流が、電池の充電時の最大電流値 $I_{\max, \text{chg}}$ を超過するおそれがある。特に、前記第 1 の場合に、電池システムの構成部材等による制約で決まる充電時の上限電流値 $I_{\text{limit}, \text{chg}}$ を超過する現象は、電池システムの安全性や耐久性に影響を与えるおそれがある。

【 0 1 0 9 】

次に、比較例の電池制御装置を備える蓄電装置において、放電時の最大電力値に相当する電力を出力した場合の挙動について、図 1 2 を参照して説明する。なお、図 1 2 においても、図 1 0 および図 1 1 と同様に、時間の経過とともに変化する放電時の最大電力値の演算値をそのまま電池から出力させる場合を想定して説明する。また、放電時においても、電流および電圧の演算用の内部抵抗として、放電開始から所定時間が経過した時点の実際の電池の内部抵抗を固定値として用い、この演算用の内部抵抗に基づいて算出した放電時の最大電力値を放電した場合を想定する。

【 0 1 1 0 】

放電時は、SOCの低下にともなって、放電時の最大電力値が低下する。このとき、図 1 1 のグラフ (b) に実線で示すように、電池に実際に流れる電流値は、時間の経過にともななって低下する。放電時は、充電時と異なり、図 1 2 のグラフ (b) において、実線で示す実際に電池に流れる電流の絶対値は、点線で示す放電時の最大電流値の絶対値よりも小さくなっている。なお、放電時の電流値はマイナスの値であるため、ここでは電流値の比較を電流値の絶対値の大小で行っている。このように、図 1 2 のグラフ (b) において、実線で示す実際に電池に流れる電流の絶対値が、点線で示す放電時の最大電流値の絶対値よりも小さくなるのは、次のような理由による。

【 0 1 1 1 】

比較例の電池制御装置では、図 1 2 のグラフ (c) において点線で示す演算用の内部抵抗値を、所定時間が経過した時点の実際の電池の内部抵抗に固定している。そのため、電池の放電開始から所定時間が経過するまでの間は、点線で示す演算用の内部抵抗値が実線で示す実際の電池の内部抵抗値よりも大きくなる。この場合、図 1 2 のグラフ (b) に示すように、電圧演算用の内部抵抗値を用いて算出した放電時の最大電力値で電池を放電させた場合に、実線で示す電池に実際に流れる電流値の絶対値は、点線で示す演算上の放電時の最大電流値の絶対値よりも小さくなる。このときに流れる電流値による放電時の最大電力値は、以下の数式 (1 2) のようになる。

【 0 1 1 2 】

【 数 1 2 】

$$\begin{aligned} W_{\max, \text{dis}} &= I_{\max, \text{dis}} \times (OCV(SOC) + I_{\max, \text{dis}} \times R_{\text{dis}_v}) \\ &= I'_{\max, \text{dis}} \times (OCV(SOC) + I'_{\max, \text{dis}} \times R_{\text{dis}_v'}) \quad \cdots (12) \end{aligned}$$

【 0 1 1 3 】

数式 (1 2) において、上段の右辺が比較例の電池制御装置によって演算された放電時の最大電力値であり、図 1 2 のグラフ (b) に点線で示す演算用の電流値 $I_{\max, \text{dis}}$ と、図 1 2 のグラフ (c) に破線で示す演算用の内部抵抗値 R_{dis_v} が含まれている。また、上段の右辺に等しい下段の右辺には、図 1 2 のグラフ (b) に実線で示す電流値 $I_{\max, \text{dis}}$ と、図 1 2 のグラフ (c) に実線で示す実際の内部抵抗値 R_{dis_v} が含まれている。

【 0 1 1 4 】

この数式 (1 2) により、図 1 2 のグラフ (c) において破線で示す演算用の内部抵抗値 R_{dis_v} が実線で示す実際の内部抵抗値 R_{dis_v} より大きい場合、図 1 2 のグラフ (b) に

10

20

30

40

50

において実線で示す電流値 $I_{\max,dis}$ の絶対値が、点線で示す演算用の電流値 $I_{\max,dis}$ の絶対値よりも小さくなるのが分かる。ただし、所定時間の経過後は、図 12 のグラフ (c) において破線で示す電圧演算用の内部抵抗値 $R_{dis,v}$ が実線で示す実際の内部抵抗値 $R_{dis,v}$ に収束し、図 12 のグラフ (b) において実線で示す電流値 $I_{\max,dis}$ が点線で示す演算用の電流値 $I_{\max,dis}$ に一致する。

【0115】

このように、比較例の電池制御装置は、前述の充電時とは異なり、放電時に電池に実際に流れる電流値は、放電時の最大電流値の絶対値よりも小さくなる。したがって、比較例の電池制御装置は、放電時において、演算用の内部抵抗値を、所定時間が経過した時点の実際の電池の内部抵抗に固定していることで、より安全性が高くなっている。そのため、以下では、比較例の電池制御装置において、電池に流れる電流値が最大電流値を超える電池の充電時に焦点を当てて、本開示に係る電池制御装置の一実施形態である組電池制御部 150 の作用を説明する。

10

【0116】

本実施形態の組電池制御部 150 は、前述のように、電池の内部抵抗値 $R_{chg,i}$ 、 $R_{dis,i}$ 、 $R_{chg,v}$ 、 $R_{dis,v}$ に基づいて電池の最大電流値 $I_{\max,chg}$ (または $I_{\max,dis}$) とその最大電流値の通電時の電池の算定電圧値 $V_{\max,chg}$ (または $V_{\max,dis}$) とを演算し、その最大電流値と算定電圧値とに基づいて電池の最大電力値 $W_{\max,chg}$ (または $W_{\max,dis}$) を演算する電池制御装置である。そして、組電池制御部 150 は、最大電流値 $I_{\max,chg}$ (または $I_{\max,dis}$) の演算に用いる電池の第一の内部抵抗値 $R_{chg,i}$ (または $R_{dis,i}$) と算定電圧値 $V_{\max,chg}$ (または $V_{\max,dis}$) の演算に用いる第二の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ (または $R_{dis,v}$) とが異なる。

20

【0117】

図 13 および図 14 は、本実施形態の組電池制御部 150 の作用を説明するグラフである。図 13 において、グラフ (a) は電池の充電時の電力の時間変化を示し、グラフ (b) は充電時に電池に流れる電流の時間変化を示し、グラフ (c) は充電時の電池の内部抵抗の時間変化を示し、グラフ (d) は充電時の電池の電圧の時間変化を示している。以下では、図 11 に示す比較例の電池制御装置のグラフとの相違点を中心に、図 13 のグラフを説明する。

【0118】

まず、本実施形態の組電池制御部 150 は、図 13 のグラフ (c) において点線で示すように、算定電圧値 $V_{\max,chg}$ の演算に用いる電池の第二の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ が、たとえば、実線で示す電池の通電開始時またはその直後の内部抵抗値に設定されている。そのため、図 13 のグラフ (b) において、実線で示す電池に電力が入力された瞬間に電池に実際に流れる電流値は、破線で示す最大電流値 $I_{\max,chg}$ と一致する。すなわち、図 13 のグラフ (c) において、電池の通電開始時に、点線で示す電圧演算用の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ が実線で示す実際の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ に一致するため、図 13 のグラフ (b) に実線で示す実際に電池に流れる電流値は点線で示す最大電流値 $I_{\max,chg}$ に一致する。

30

【0119】

電池に電力が入力された瞬間に、電池に最大電流値 $I_{\max,chg}$ が流れた後は、図 13 のグラフ (c) に実線で示す電池の内部抵抗は、時間の経過とともに点線で示す電圧演算用の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ よりも大きくなる。すなわち、前記数式 (11) において、実際の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ が電圧演算用の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ よりも大きくなるため、図 13 (b) に実線で示すように、電池に流れる電流は、最大電流値 $I_{\max,chg}$ よりも小さくなる。

40

【0120】

以上により、本実施形態の組電池制御部 150 によれば、最大電流値 $I_{\max,chg}$ の演算に用いる電池の第一の内部抵抗値 $R_{chg,i}$ と算定電圧値 $V_{\max,chg}$ の演算に用いる第二の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ とを異ならせ、第二の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ を電池に電力が入力された瞬間またはその直後の電池の内部抵抗値に設定することで、電池に過大な電流が通電されない最大電力値 $W_{\max,chg}$ を算出することが可能である。ここで、直後とは、たとえば電圧、電流など

50

を測定するセンサのサンプリング周期である。

【0121】

次に、図14を参照して、充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が上限電圧値 V_{max} で制限される前記第2の場合における本実施形態の組電池制御部150の作用を説明する。図14において、グラフ(a)は電池の充電時の電力の時間変化を示し、グラフ(b)は充電時に電池に流れる電流の時間変化を示し、グラフ(c)は充電時の電池の内部抵抗の時間変化を示し、グラフ(d)は充電時の電池の電圧の時間変化を示している。

【0122】

この第2の場合においても、前記第1の場合と基本的には同様であり、図14のグラフ(c)において、点線で示す電圧演算用の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ が実線で示す実際の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ に一致する。そのため、図14のグラフ(b)において実線で示す実際に電池に流れる電流値は、電池の通電開始時およびその直後に、点線で示す最大電流値 $I_{max,chg}$ と等しくなる。その後は、図14のグラフ(c)に示すように、実線で示す実際の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ が、点線で示す電圧演算用の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ よりも大きくなる。

10

【0123】

そのため、図14のグラフ(b)において実線で示す実際に電池に流れる電流値は、点線で示す最大電流値 $I_{max,chg}$ よりも小さくなる。したがって、本実施形態の組電池制御部150によれば、最大電流値 $I_{max,chg}$ の演算に用いる電池の第一の内部抵抗値 $R_{chg,i}$ と算定電圧値 $V_{max,chg}$ の演算に用いる第二の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ とを異ならせ、第二の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ を電池に電力が入力された瞬間またはその直後の電池の内部抵抗値に設定することで、電池に過大な電流が通電されない最大電力値 $W_{max,chg}$ を算出することが可能である。

20

【0124】

本実施形態の組電池制御部150では、第二の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ を電池に電力が入力された瞬間またはその直後の電池の内部抵抗値に設定することで、最大電流値 $I_{max,chg}$ の演算に用いる電池の第一の内部抵抗値 $R_{chg,i}$ と算定電圧値 $V_{max,chg}$ の演算に用いる第二の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ とを異ならせた。これにより、図13および図14に示すように、電池に過大な電流が通電されない最大電力値 $W_{max,chg}$ を算出することが可能である。

【0125】

また、本実施形態の組電池制御部150では、たとえば100[msec]程度から10[msec]程度の範囲の制御周期で電流や電圧などのデータをサンプリングしている。そのため、電池に電力が入力された瞬間に見える電池の内部抵抗値は、一制御周期、すなわち一サンプリング周期前の電流、電圧の取得データと、現時点における取得データとで決まる。このときに見える内部抵抗は、パルスやステップ状の電力を電池に入力してから一サンプリング周期後に見える内部抵抗値と等しい。このため、実際の運用上は、サンプリング周期に対応する内部抵抗値、たとえば、電力の入力から100[msec]後に見える内部抵抗を、電圧演算用の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ とすることができる。

30

【0126】

なお、本実施形態の組電池制御部150において、第一の内部抵抗値 $R_{chg,i}$ は、電池に対する最大電流値 $I_{max,chg}$ の通電開始時から第一の時間が経過した時の電池の内部抵抗値に設定され、第二の内部抵抗値 $R_{chg,v}$ は、通電開始時点から第一の時間よりも短い第二の時間が経過したときの電池の内部抵抗値に設定される。具体的には、たとえば、第二の時間を上記サンプリング周期とし、第一の時間をサンプリング周期よりも長い所定の時間とすることができる。

40

【0127】

以上説明したように、本実施形態によれば、電池に過大な電流が通電されない最大電力値 $W_{max,chg}$ を算出することが可能な電池制御装置である組電池制御部150を提供することができる。

【0128】

[実施形態2]

50

以下、図 1 から図 3 を援用し、図 1 5 から図 2 5 を参照して、本開示に係る電池制御装置の実施形態 2 を説明する。

【 0 1 2 9 】

前述の実施形態 1 の組電池制御部 1 5 0 では、最大電流値 $I_{\max, \text{chg}}$ 、 $I_{\max, \text{dis}}$ の演算に用いる電池の第一の内部抵抗値 R_{chg_i} 、 R_{dis_i} と、その最大電流値 $I_{\max, \text{chg}}$ 、 $I_{\max, \text{dis}}$ の通電時の電池の算定電圧値 $V_{\max, \text{chg}}$ 、 $V_{\max, \text{dis}}$ の演算に用いる第二の内部抵抗値 R_{chg_v} 、 R_{dis_v} とを異なる値に設定し、連続的な充電時に演算した充電時および放電時の最大電流値 $I_{\max, \text{chg}}$ 、 $I_{\max, \text{dis}}$ を超過しないようにした。本実施形態の組電池制御部 1 5 0 では、前述の実施形態 1 に加え、さらに現時点までの充放電の履歴（前時点までに充放電されたことによって生じている分極電圧）考慮した演算式を適用する。

10

【 0 1 3 0 】

より具体的には、本実施形態の組電池制御部 1 5 0 は、記憶装置 1 8 0 および中央処理装置 1 9 0 による演算機能が、前述の実施形態 1 と異なっている。本実施形態の組電池制御部 1 5 0 のその他の点は、前述の実施形態と同様であるので、同様の部分には、同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 1 3 1 】

図 1 5 は、実施形態 1 の図 4 に相当する本実施形態の組電池制御部 1 5 0 の充電時の許容電力を演算する機能 F 2 ' のブロック図である。本実施形態の組電池制御部 1 5 0 は、図 4 に示す機能 F 2 1 および機能 F 2 2 に代えて、電流演算用の充電等価回路のパラメータを演算する機能 F 2 1 ' と、電圧演算用の充電等価回路のパラメータを演算する機能 F 2 2 ' を備えている。

20

【 0 1 3 2 】

図 1 5 に示すように、電流演算用の充電等価回路のパラメータを演算する機能 F 2 1 ' は、電池の SOC、SOHR、温度、および電流演算用の連続通電時間 t_{cur} を入力とし、最大電流値の演算用の内部抵抗値 R_{chg_i} と、分極電圧 V_{p_i} を出力する。電圧演算用の充電等価回路のパラメータを演算する機能 F 2 2 ' は、電池の SOC、SOHR、温度、および電圧演算用の連続通電時間 t_{vol} を入力とし、算定電圧値の演算用の内部抵抗値 R_{chg_v} と、分極電圧 V_{p_v} を出力する。

【 0 1 3 3 】

さらに、充電時の最大電流値を演算する機能 F 2 3 ' は、機能 F 2 1 ' の出力である内部抵抗値 R_{chg_i} と、分極電圧 V_{p_i} を入力として、充電時の最大電流値 $I_{\max, \text{chg}}$ を出力する。充電時の算定電圧を演算する機能 F 2 4 ' は、機能 F 2 2 ' の出力である内部抵抗値 R_{chg_v} と、分極電圧 V_{p_v} を入力とし、充電時の算定電圧値 $V_{\max, \text{chg}}$ を出力する。充電時の最大電力を演算する機能 F 2 5 ' は、機能 F 2 3 ' の出力である最大電流値 $I_{\max, \text{chg}}$ と、機能 F 2 4 ' の出力である算定電圧値 $V_{\max, \text{chg}}$ を入力とし、充電時の最大電力値 $W_{\max, \text{chg}}$ を出力する。

30

【 0 1 3 4 】

まず、図 1 7 を参照して、電池の充放電の履歴、すなわち分極電圧の演算方法を説明する。図 1 7 は、電池の電圧挙動を再現する電圧等価回路モデルすなわち電圧モデル M の一例である。電圧モデル M は、たとえば記憶装置 1 8 0 に記憶されている。電圧モデル M は、電池の OCV を模擬する起電力成分に対し、時間に依存しない電池材料のオーミックな抵抗成分である R_o と、時間に依りて変化する分極電圧 V_p を模擬する、分極抵抗 R_p とコンデンサ C の並列回路を直列に接続した構成になっている。なお、図 1 7 において、 R_p は、分極抵抗 R_p とコンデンサ C の並列回路における分極時定数成分である。

40

【 0 1 3 5 】

図 1 7 に示す電圧モデル M に基づく電池の電圧 (Closed Circuit Voltage: CCV) は、以下の数式 (1 3) および (1 4) で表される。

【 0 1 3 6 】

【数 1 3】

$$CCV = OCV(SOC) + I \times Ro(SOC, T) + V_p \quad \dots (13)$$

【0 1 3 7】

【数 1 4】

$$V_p = I \times Rp(SOC, T) \times (1 - \exp(-\frac{ts}{\tau(SOC, T)})) + V_{p,z} \times \exp(-\frac{ts}{\tau(SOC, T)}) \quad \dots (14)$$

【0 1 3 8】

数式(13)および(14)に含まれるOCV, Ro, Rp, は、SOCや温度に応じたマップとして、あらかじめ電池を使った充放電試験結果から抽出し、たとえば記憶装置180に記憶させて実装する。これにより、数式(13)および(14)に基づいて、電池の充放電中にリアルタイムな電圧挙動を演算することが可能である。なお、数式(14)において、 $V_{p,z}$ は、一制御周期前の分極電圧を示しており、 ts は、制御周期を示している。

10

【0 1 3 9】

図17および数式(14)における分極電圧 V_p は、現時点までの電池の充放電によって生じる電圧成分を示している。この分極電圧 V_p を、後述する充電時および放電時の最大電力の演算に使用することで、現時点までの電圧履歴を考慮した充電時および放電時の最大電力を演算する。以降では、図17ならびに前記数式(13)および(14)に基づいて、充電時の最大電力を演算する例を説明する。

【0 1 4 0】

20

電流演算用の充電等価回路のパラメータを演算する機能F21'において、中央処理装置190は、前述のように、電池のSOC、SOHR、温度、および電流演算用の連続通電時間 t_{cur} を入力とし、記憶装置180に記憶された以下の数式(15)から(17)に基づいて、内部抵抗値 $R_{chg,i}$ と分極電圧 $V_{p,i}$ を演算する。ここで、分極電圧 $V_{p,i}$ は、現時点までに発生した分極電圧 V_p の連続通電時間 t_{cur} に相当する時間経過後の分極電圧である。

【0 1 4 1】

【数 1 5】

$$R_{chg,i} = ChgRoMap(SOC, T) \times \frac{SOHR}{100} + ChgRpMap(SOC, T) \times \frac{SOHR}{100} \times (1 - \exp(-\frac{t_{cur}}{Chg\tau Map(SOC, T)})) \quad \dots (15)$$

30

【0 1 4 2】

【数 1 6】

$$V_p = I \times Rp(SOC, T) \times \frac{SOHR}{100} \times (1 - \exp(-\frac{ts}{\tau(SOC, T)})) + V_{p,z} \times \exp(-\frac{ts}{\tau(SOC, T)}) \quad \dots (16)$$

【0 1 4 3】

【数 1 7】

$$V_{p,i} = V_p \times \exp(-\frac{t_{cur}}{\tau(SOC, T)}) \quad \dots (17)$$

【0 1 4 4】

40

ここで、数式(16)に含まれる $Rp(SOC, T)$ および $\tau(SOC, T)$ は、以下の数式(18)および(19)で表される。

【0 1 4 5】

【数 1 8】

$$Rp(SOC, T) = \begin{cases} ChgRpMap(SOC, T), & I > 0 \\ DisRpMap(SOC, T), & I \leq 0 \end{cases} \quad \dots (18)$$

【0 1 4 6】

【数 19】

$$\tau(SOC, T) = \begin{cases} Chg\tau Map(SOC, T), & I > 0 \\ DistMap(SOC, T), & I \leq 0 \end{cases} \quad \dots (19)$$

【0147】

電圧演算用の充電等価回路のパラメータを演算する機能 F 2 2 ' において、中央処理装置 1 9 0 は、SOC、温度、SOHR、電圧演算用の通電可能時間 t_{vol} を入力とする。そして、中央処理装置 1 9 0 は、上記の入力と以下の数式 (20) および (21) に基づいて、内部抵抗値 R_{chg_v} と分極電圧 V_{p_v} を出力する。ここで、中央処理装置 1 9 0 は、記憶装置 1 8 0 に記憶された前記数式 (16) により算出された現時点までに発生した分極電圧 V_p の t_{vol} に相当する時間経過後の分極電圧 V_{p_v} を演算する。

【0148】

【数 20】

$$R_{chg_v} = ChgRoMap(SOC, T) \times \frac{SOHR}{100} + ChgRpMap(SOC, T) \times \frac{SOHR}{100} \times \left(1 - \exp\left(-\frac{t_{vol}}{Chg\tau Map(SOC, T)}\right)\right) \quad \dots (20)$$

【0149】

【数 21】

$$V_{p_v} = V_p \times \exp\left(-\frac{t_{vol}}{\tau(SOC, T)}\right) \quad \dots (21)$$

【0150】

充電時の最大電流値を演算する機能 F 2 3 ' において、中央処理装置 1 9 0 は、機能 F 2 1 ' から出力される内部抵抗値 R_{chg_i} および分極電圧 V_{p_i} と、SOCと、を入力とする。また、中央処理装置 1 9 0 は、図示を省略する電池システムの構成部材などから定まる上限電流値 $I_{limit, chg}$ と上限電圧値 V_{max} を入力とする。また、中央処理装置 1 9 0 はこれらの入力と、記憶装置 1 8 0 に記憶された以下の式 (22) に基づいて充電時の最大電流値 $I_{max, chg}$ を演算する。

【0151】

【数 22】

$$I_{max, chg} = \min\left(\frac{V_{max} - (OCV(SOC) + V_{p_i})}{R_{chg_i}}, I_{limit, chg}\right) \quad \dots (22)$$

【0152】

充電時の算定電圧を演算する機能 F 2 4 ' において、中央処理装置 1 9 0 は、SOCと、機能 F 2 2 ' の出力である内部抵抗値 R_{chg_v} および分極電圧 V_{p_v} 、機能 F 2 3 ' の出力である最大電流値 $I_{max, chg}$ を入力とする。そして、中央処理装置 1 9 0 は、これらの入力と、記憶装置 1 8 0 に記憶された以下の数式 (23) によって、充電時の算定電圧値 $V_{max, chg}$ を演算する。

【0153】

【数 23】

$$V_{max, chg} = (OCV(SOC) + I_{max, chg} \times R_{chg_v} + V_{p_v}) \quad \dots (23)$$

【0154】

充電時の最大電力を演算する機能 F 2 5 ' において、中央処理装置 1 9 0 は、機能 F 2 3 ' の出力である充電時の最大電流値 $I_{max, chg}$ と機能 F 2 4 ' の出力である充電時の算定電圧値 $V_{max, chg}$ を入力とする。そして、中央処理装置 1 9 0 は、これらの入力と記憶装置 1 8 0 に記憶された以下の数式 (24) に基づいて、充電時の最大電力値 $W_{max, chg}$ を出力する。なお、数式 (24) において、Nは蓄電装置 1 0 0 を構成する単電池 1 の個数を示している。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 5 】

【 数 2 4 】

$$W_{max,chg} = N \times I_{max,chg} \times V_{max,chg} \quad \dots (24)$$

【 0 1 5 6 】

図 1 6 は、実施形態 1 の図 5 に相当する本実施形態の組電池制御部 1 5 0 の放電時の最大電力を演算する機能 F 3 ' のブロック図である。本実施形態の組電池制御部 1 5 0 は、図 5 に示す機能 F 3 1 および機能 F 3 2 に代えて、電流演算用の放電等価回路のパラメータを演算する機能 F 3 1 ' と、電圧演算用の放電等価回路のパラメータを演算する機能 F 3 2 ' を備えている。

10

【 0 1 5 7 】

図 1 6 に示すように、電流演算用の放電等価回路のパラメータを演算する機能 F 3 1 ' は、電池の SOC、SOHR、温度、および電流演算用の連続通電時間 t_{cur} を入力とし、最大電流値の演算用の内部抵抗値 R_{dis_i} と、分極電圧 V_{p_i} を出力する。電圧演算用の放電等価回路のパラメータを演算する機能 F 3 2 ' は、電池の SOC、SOHR、温度、および電圧演算用の連続通電時間 t_{vol} を入力とし、算定電圧値の演算用の内部抵抗値 R_{dis_v} と、分極電圧 V_{p_v} を出力する。

【 0 1 5 8 】

さらに、放電時の最大電流値を演算する機能 F 3 3 ' は、機能 F 3 1 ' の出力である内部抵抗値 R_{dis_i} と、分極電圧 V_{p_i} を入力として、放電時の最大電流値 $I_{max,dis}$ を出力する。放電時の算定電圧を演算する機能 F 3 4 ' は、機能 F 3 2 ' の出力である内部抵抗値 R_{dis_v} と、分極電圧 V_{p_v} を入力とし、放電時の算定電圧値 $V_{max,dis}$ を出力する。

20

【 0 1 5 9 】

電流演算用の放電等価回路のパラメータを演算する機能 F 3 1 ' において、中央処理装置 1 9 0 は、前述のように、電池の SOC、SOHR、温度、および電流演算用の連続通電時間 t_{cur} を入力とする。さらに、中央処理装置 1 9 0 は、これらの入力と、記憶装置 1 8 0 に記憶された以下の数式 (2 5) に基づいて、内部抵抗値 R_{dis_i} を演算する。また、中央処理装置 1 9 0 は、現時点までに発生した分極電圧 V_p の t_{cur} に相当する時間経過後の分極電圧 V_{p_i} を前記数式 (1 7) に基づいて演算する。

【 0 1 6 0 】

【 数 2 5 】

$$R_{dis_i} = DisRoMap(SOC, T) \times \frac{SOHR}{100} + DisRpMap(SOC, T) \times \frac{SOHR}{100} \times \left(1 - \exp\left(-\frac{t_{cur}}{DistMap(SOC, T)}\right)\right) \quad \dots (25)$$

【 0 1 6 1 】

電圧演算用の放電等価回路のパラメータを演算する機能 F 3 2 ' において、中央処理装置 1 9 0 は、SOC、温度、SOHR、電圧演算用の通電時間 t_{vol} を入力とする。そして、中央処理装置 1 9 0 は、上記の入力と記憶装置 1 8 0 に記憶された以下の数式 (2 6) に基づいて、内部抵抗値 R_{dis_v} を出力する。ここで、中央処理装置 1 9 0 は、前記数式 (1 6) により算出された現時点までに発生した分極電圧 V_p の t_{vol} に相当する時間経過後の分極電圧 V_{p_v} を前記数式 (2 1) に基づいて演算する。

40

【 0 1 6 2 】

【 数 2 6 】

$$R_{dis_v} = DisRoMap(SOC, T) \times \frac{SOHR}{100} + DisRpMap(SOC, T) \times \frac{SOHR}{100} \times \left(1 - \exp\left(-\frac{t_{vol}}{DistMap(SOC, T)}\right)\right) \quad \dots (26)$$

【 0 1 6 3 】

放電時の最大電流値を演算する機能 F 3 3 ' において、中央処理装置 1 9 0 は、機能 F

50

3 1' から出力される内部抵抗値 R_{dis_i} および分極電圧 V_{p_i} 、SOC を入力とする。また、中央処理装置 190 は、図示を省略する電池システムの構成部材などから定まる上限電流値 I_{limit_dis} と下限電圧値 V_{min} を入力とする。また、中央処理装置 190 はこれらの入力と、記憶装置 180 に記憶された以下の式 (27) に基づいて放電時の最大電流値 I_{max_dis} を演算する。

【0164】

【数27】

$$I_{max,dis} = \max\left(\frac{V_{min} - (OCV(SOC) + V_{p_i})}{R_{dis_i}}, I_{limit,dis}\right) \quad \dots (27)$$

10

【0165】

放電時の算定電圧を演算する機能 F34' において、中央処理装置 190 は、機能 F32' の出力である内部抵抗値 R_{dis_v} および分極電圧 V_{p_v} 、機能 F23' の出力である最大電流値 I_{max_dis} を入力とする。そして、中央処理装置 190 は、これらの入力と、記憶装置 180 に記憶された以下の数式 (28) によって、放電時の算定電圧値 V_{max_dis} を演算する。

【0166】

【数28】

$$V_{max,dis} = (OCV(SOC) + I_{max,dis} \times R_{dis_v} + V_{p_v}) \quad \dots (28)$$

20

【0167】

放電時の最大電力を演算する機能 F35' において、中央処理装置 190 は、機能 F33' の出力である放電時の最大電流値 I_{max_dis} と機能 F34' の出力である放電時の算定電圧値 V_{max_dis} を入力とする。そして、中央処理装置 190 は、これらの入力と記憶装置 180 に記憶された以下の数式 (29) に基づいて、放電時の最大電力値 W_{max_dis} を出力する。なお、数式 (29) において、N は蓄電装置 100 を構成する単電池 1 の個数を示している。

【0168】

【数29】

$$W_{max,dis} = N \times I_{max,dis} \times V_{max,dis} \quad \dots (29)$$

30

【0169】

次に、前記数式 (24) または (29) に基づいて算出した充電時または放電時の最大電力に関し、比較例に係る電池制御装置の課題と本実施形態の組電池制御部 150 による作用を図 18 から図 25 を参照して説明する。

【0170】

比較例に係る電池制御装置は、前述の実施形態で説明したように、パルス電流またはステップ電流を電池に通電し、所定の時間が経過した時の電池の内部抵抗を、電流の演算用の内部抵抗と電圧の演算用の内部抵抗として用いる。これは、本実施形態において、電流の演算用の通電時間 t_{cur} と、電圧の演算用の通電時間 t_{vol} を同じ値に設定することに相当する。

40

【0171】

ここで、前述の実施形態 1 と同様に、逐次演算される充電時の最大電力および放電時の最大電力相当の負荷を、電池に連続的に入力した場合のグラフを、図 18 から図 21 に示す。各図においてグラフ (a) は、電力の時間変化、グラフ (b) は、電流の時間変化、グラフ (c) は、電圧の時間変化を、それぞれ示している。

【0172】

また、図 18 は、充電時の最大電流値 I_{max_chg} が上限電流値 I_{limit_chg} で制限される前記第 1 の場合であり、図 19 は、充電時の最大電流値 I_{max_chg} が上限電圧値 V_{max} で制限される前記第 2 の場合である。図 20 は、放電時の最大電流値 I_{max_dis} が上限電流値 I_{limit}

50

I_{dis} で制限される前記第 1 の場合であり、図 2 1 は、放電時の最大電流値 $I_{max,dis}$ が下限電圧値 V_{min} で制限される前記第 2 の場合である。

【 0 1 7 3 】

本実施形態の組電池制御部 1 5 0 による電力の演算式は、図 1 7 で示した等価回路モデルを応用した算出式となっている。想定した等価回路モデルが電池の電圧挙動を完全に再現できると仮定すると、図 1 8、図 1 9 で示している充電時の最大電力相当の電力を入力する試験では、グラフ (c) に点線と実線で示すように、前記数式 (2 3) で演算される充電時の最大電流の通電時の電圧値と、実際の電池の電圧との間で不一致が発生している。

【 0 1 7 4 】

つまり、図 1 8 および図 1 9 のグラフ (c) のように、点線で示す演算した電池の電圧が実線で示す実測した電圧よりも大きな値となっている分、グラフ (a) に示すように、過剰に演算された充電時の最大電力を入力している。そのため、図 1 8 および図 1 9 のグラフ (b) のように、破線で示す充電時の最大電流値に比べ、実線で示す実際の電流が過剰に電池に流れてしまうことになる。

【 0 1 7 5 】

一方で、放電時の最大電力相当の電力を出力する試験では、図 2 0 および図 2 1 のグラフ (c) において点線で示すように、前記数式 (2 8) で演算される放電時の最大電流が通電している時の電池の電圧値は、実線で示す実際の電圧値よりも低い。その分、グラフ (a) のように、過小に演算された放電時の最大電力を出力している。そのため、図 2 0 および図 2 1 のグラフ (b) において、実線で示す実際の電流値の絶対値が、点線で示す放電時の最大電流値の絶対値に比べ、過小に流れてしまうことになる。

【 0 1 7 6 】

次に、本実施形態の組電池制御部 1 5 0 の作用を、図 2 2 から図 2 5 を参照して説明する。実施形態 1 の組電池制御部 1 5 0 と同様に、充電時または放電時の最大電流が通電された時の電池の電圧を演算に使用する電圧演算用の通電時間 t_{vol} を、電力が入力された瞬間の電圧を再現出来るよう、0 に設定した例で説明する。図 2 2 および図 2 3 は、 t_{vol} を 0 としたときの充電時の最大電力相当の電力を入力したときの波形を示し、図 2 4 および図 2 5 は、 t_{vol} を 0 としたときの放電時の最大電力相当の電力を入力したときの波形を示している。

【 0 1 7 7 】

図 2 2 および図 2 3 に示すように、 t_{Vol} を 0 としたことにより、前記数式 (2 3) で演算される算定電圧と実際の電池の電圧が一致するため、流れる電流値も充電時の最大電流相当の電流が流れることが分かる。つまり、本実施形態の組電池制御部 1 5 0 によれば、比較例の電池制御装置や従来技術の適用時のような過剰な電流が電池に流れることなく充電することができる。

【 0 1 7 8 】

また、図 2 4 および図 2 5 のグラフ (c) に示すように、 t_{Vol} を 0 としたことにより、前記数式 (2 8) で演算される放電時の最大電流が通電された時の電池の算定電圧値が、電池の実際の電圧値と一致する。そのため、図 2 4 および図 2 5 のグラフ (b) に示すように、電池に流れる電流値も放電時の最大電流相当の電流が流れることが分かる。つまり、本実施形態の組電池制御部 1 5 0 によれば、比較例の電池制御装置や従来技術の適用時のような過剰な制限をかけずに、放電することができる。

【 0 1 7 9 】

以上のように、本実施形態の組電池制御部 1 5 0 は、電池に流れる電流に基づいて電池の分極電圧を含む電池の電圧の時間変化を推定可能な電圧モデル M を備える。そして、組電池制御部 1 5 0 は、その電圧モデル M に基づいて第一の内部抵抗値 R_{chg_i} と第一の内部抵抗値 R_{chg_i} に対応する通電時間 t_{cur} が経過したときの第一の分極電圧 V_{p_i} を推定する。また、組電池制御部 1 5 0 は、第二の内部抵抗値 R_{chg_v} と第二の内部抵抗値 R_{chg_v} に対応する通電時間 t_{vol} が経過したときの第二の分極電圧 V_{p_v} を推定する。さらに、組電池

10

20

30

40

50

制御部 150 は、第一の内部抵抗値 R_{chg_i} と第一の分極電圧 V_{p_i} に基づいて電池の最大電流値 $I_{max,chg}$ を演算し、第二の内部抵抗値 R_{chg_v} と第二の分極電圧 V_{p_v} と最大電流値 $I_{max,chg}$ (または $I_{max,dis}$) に基づいて電池の算定電圧値 $V_{max,chg}$ を演算する。そして、組電池制御部 150 は、最大電流値 $I_{max,chg}$ と算定電圧値 $V_{max,chg}$ とを乗算することで最大電力値 $W_{max,chg}$ を演算する。

【0180】

したがって、本実施形態の組電池制御部 150 によれば、充電時は過剰な電流が流れることを抑制することが可能となり、放電時は過剰に制限することなく電池の放電性能を最大限引き出すことが可能となる。

【0181】

[実施形態 3]

以下、図 1 から図 3 を援用し、図 26 を参照して、本開示に係る電池制御装置の実施形態 3 を説明する。

【0182】

本実施形態の組電池制御部 150 は、記憶装置 180 に記憶された前記数式 (2) のマップ、ChgR_vMap(SOC,T) に含まれる内部抵抗値が、前述の実施形態 1 に係る組電池制御部 150 と異なっている。本実施形態の組電池制御部 150 のその他の点は、前述の実施形態と同様であるので、同様の部分には、同一の符号を付して説明を省略する。

【0183】

実施形態 1 の組電池制御部 150 では、電圧演算用の充電内部抵抗として、全 SOC、全温度領域で電力が入力された瞬間に見える内部抵抗値を記憶装置 180 に記憶させて実装し、演算に使用する例を示した。前記数式 (3) における上限電流値 $I_{limit,chg}$ は電池だけでなく電池システムを構成する部材による制約も考慮された値であるため、これを超えての電池システムの運用は回避すべきである。

【0184】

したがって、充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が上限電流値 $I_{limit,chg}$ で制限される前記第 1 の場合における条件では、実施形態 1 のように、電圧演算用の内部抵抗値に、電力が入力された瞬間の抵抗値を設定することが必要となる。しかし、充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が上限電圧値 V_{max} で制限される前記第 2 の場合は、上限電流値 $I_{limit,chg}$ よりも小さい値で充電時の最大電流が演算されている。充電時の最大電流は、所定の時間が経過した時点の電池抵抗値を用いていることから、所定の時間の経過後に上限電圧に到達する電流値として演算されている。そのため、電力が入った瞬間に上限電圧を逸脱することはない。

【0185】

また、上限電流値 $I_{limit,chg}$ よりも小さな充電可能電流に対して、これを上回る電流が流れても、上限電流値 $I_{limit,chg}$ よりも小さい値であれば、蓄電装置 100 の運用上の問題は無い。つまり、前記第 2 の場合においては、電圧演算用の内部抵抗値として、必ずしも電力が入力された瞬間に見える抵抗値を用いる必要はないと考えられるが、実施形態 1 では全 SOC、全温度域で同一の内部抵抗値を使用していたため、充電時の最大電力を過剰に制限してしまうことになる。

【0186】

そこで、本実施形態では、上限電流値 $I_{limit,chg}$ で制限される前記第 1 の場合に該当する SOC、温度領域においては、実施形態 1 と同様に電力が入力された瞬間に見える内部抵抗値を使用し、これ以外の前記第 2 の場合に該当する SOC、温度領域では、電力が入力されて以降、所定の時間が経過後の内部抵抗値 (たとえば、電流演算用の内部抵抗値と同じ値) を使用する。つまり、前記第 1 の場合と前記第 2 の場合の領域で、電圧演算用の内部抵抗値として使用する抵抗値を変更する。

【0187】

本実施形態の組電池制御部 150 において、前記数式 (2) の ChgR_vMap(SOC,T) として記憶装置 180 に搭載するマップの構成を、図 26 に示す。図 26 のマップ (a) は、電流演算用の内部抵抗値を用いて演算した充電時の最大電流値を SOC と温度に応じたテーブ

10

20

30

40

50

ルとして整理した表である。図 2 6 のマップ (a) では、上限電流値 $I_{limit,chg}$ を 200 [A] とした場合、高温、低SOC側で、200 [A] で制限される領域がある (点線で囲まれた領域)。

【 0 1 8 8 】

上述した理由から、200 [A] で制限される領域は、200 [A] を確実に超えないようにするため、実施形態 1 のように、電力が入力された瞬間の内部抵抗値を記憶装置 1 8 0 に記憶させて搭載する。その他の領域については、従来同様の通電開始後 1 0 [sec] 経過時点の内部抵抗値または 2 [sec] や 5 [sec] 等の電力が通電した瞬間に見える内部抵抗値とは異なる内部抵抗値を設定する。

【 0 1 8 9 】

図 2 6 のマップ (b) に具体例を示す。図 2 6 のマップ (a) で抽出した 200 [A] でリミットされる領域 (点線で囲まれた領域) では、電力が入力された瞬間に見える抵抗値が設定され、これ以外の領域では異なる抵抗値が設定されている (200 [A] でリミットされる領域の抵抗値よりも大きな値が設定されている)。これにより、演算した充電時の最大電流が例えば 2 0 0 [A] を超過する領域では、200 [A] の逸脱が起こらないような充電時の最大電力が演算できる。

【 0 1 9 0 】

また、当該領域以外では、電力が入った瞬間の内部抵抗値で演算した電力よりも大きな電力で充電時の最大電力を規定することが可能となる。なお、電力が入力された瞬間に見える抵抗値を設定する領域は、線形補間の影響を考慮し、2 0 0 [A] 制限領域に隣接する直近の格子点に対しても、電力が入力された瞬間の内部抵抗を設定してもよい。また、前記第 1 の場合および前記第 2 の場合の領域は、電池の劣化状態に応じて異なるため、劣化に応じたマップをあらかじめ作成しておき、劣化に応じた適切な内部抵抗値を演算するようにしてもよい。

【 0 1 9 1 】

本実施形態の組電池制御部 1 5 0 によれば、蓄電装置 1 0 0 として超えてはいけない上限電流値 $I_{limit,chg}$ で制約される領域のみ、これを確実に守れるよう電力が入力された瞬間の内部抵抗値を電圧演算用内部抵抗値として設定するようにすることができる。これにより、特に充電時に、過剰な最大電力の制限がかからないように、電池を制御することが可能となる。

【 0 1 9 2 】

[実施形態 4]

以下、図 1 から図 3 を援用し、図 2 7 を参照して、本開示に係る電池制御装置の実施形態 4 を説明する。

【 0 1 9 3 】

実施形態 3 では、充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が上限電流値 $I_{limit,chg}$ で制限される前記第 1 の場合および充電時の最大電流値 $I_{max,chg}$ が上限電圧値 V_{max} で制限される前記第 2 の場合でそれぞれ演算に用いる内部抵抗マップに搭載する内部抵抗値を使い分ける例を示した。しかしながら、実施形態 2 のように、所定の時間の時間が経過したときの内部抵抗値を記憶装置 1 8 0 に実装せずに電力を演算する場合、つまり、秒数などの時間を指定し、時間に対応した内部抵抗値を演算する機能を有するような場合、実施形態 3 のような手法を採用することが出来ない。そこで、本実施形態では、前記数式 (3)、(2 2) の上限電流値でリミットされる場合に、リミットされることを示すフラグを出力し、このフラグをもとに、電圧演算用の内部抵抗値を切り替える例を説明する。

【 0 1 9 4 】

本実施形態の組電池制御部 1 5 0 は、記憶装置 1 8 0 および中央処理装置 1 9 0 で構成される機能ブロックが、前述の実施形態 1 に係る組電池制御部 1 5 0 と異なっている。本実施形態の組電池制御部 1 5 0 のその他の点は、前述の実施形態 1 と同様であるので、同様の部分には、同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 1 9 5 】

10

20

30

40

50

図 27 は、実施形態 2 の図 15 に相当する本実施形態の組電池制御部 150 のブロック図である。本実施形態の組電池制御部 150 は、充電時の最大電流を演算する機能 F23' の出力に上限電流値でリミットされた場合に、リミットされたことを通知するためのフラグを出力する。出力されたフラグは、電圧演算用の充電等価回路のパラメータを演算する機能 F22' へ入力される。フラグを受け取った機能 F22' は、入力されてくるフラグをもとに、上限電流値で制限される領域では、電圧演算用の通電時間 t_{vol} を「0」に設定し、これ以外は、たとえば、5 [sec]、10 [sec] を設定する。

【0196】

上述のような構成により、たとえば 200 [A] の上限電流値を逸脱せずに充電することが可能となる。さらに、上限電流値を超過しない領域の場合は、電圧演算に使用する内部抵抗値を任意の値に変更することで、過剰な充電可能電力の制限を回避することが可能である。電圧演算に使用する内部抵抗値の任意の値としては、たとえば電流演算用の通電時間 t_{cur} と同じ値でもよいし、これ以外の値でもよい。

10

【0197】

本実施形態の組電池制御部 150 によれば、実施形態 3 と同様に、蓄電装置として超えてはいけない上限電流値で制約される領域のみ、これを確実に守れるよう電力が入力された瞬間の内部抵抗値を電圧演算用内部抵抗値として設定するようにすることができる。これにより、特に充電時に過剰な最大電力の制限がかからないように電池を制御することが可能となる。

【0198】

以上、図面を用いて本開示に係る電池制御装置の実施形態を詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲における設計変更等があっても、それらは本開示に含まれるものである。

20

【符号の説明】

【0199】

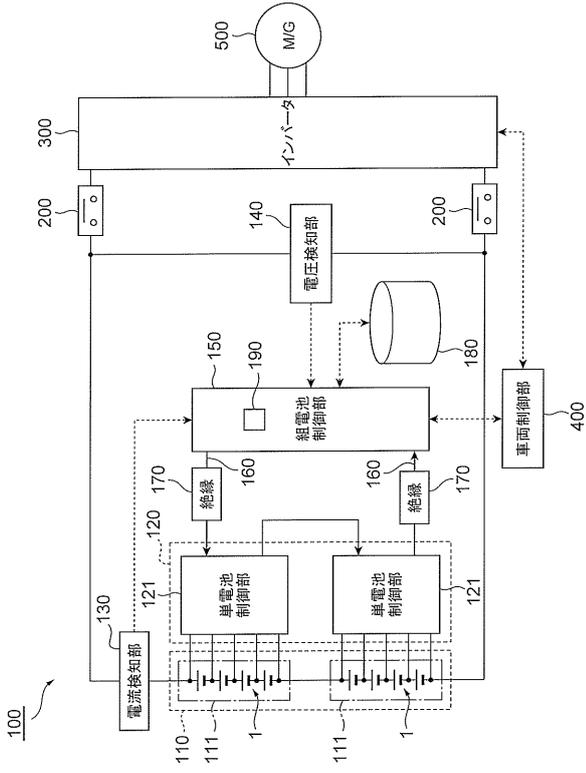
1 : 単電池 (電池)、
 100 : 蓄電装置 (電池システム)
 110 : 組電池 (電池)、
 111 : 電池群 (電池)、
 150 : 組電池制御部 (電池制御装置)
 200 : リレー (電池システム)、
 500 : モータジェネレータ (外部負荷)、
 $I_{max,chg}$: 最大電流値、
 $I_{max,dis}$: 最大電流値、
 $I_{limit,chg}$: 上限電流値、
 $I_{limit,dis}$: 上限電流値、
 M : 電圧モデル
 R_{chg_i} : 内部抵抗値 (第一の内部抵抗値)、
 R_{chg_v} : 内部抵抗値 (第二の内部抵抗値)、
 R_{dis_i} : 内部抵抗値 (第一の内部抵抗値)、
 R_{dis_v} : 内部抵抗値 (第二の内部抵抗値)、
 $V_{max,chg}$: 算定電圧値、
 $V_{max,dis}$: 算定電圧値、
 $W_{max,chg}$: 最大電力値、
 $W_{max,dis}$: 最大電力値、
 V_{p_i} : 分極電圧、
 V_{p_v} : 分極電圧、
 V_{max} : 上限電圧、
 V_{min} : 下限電圧、
 SOC : 充電率。

30

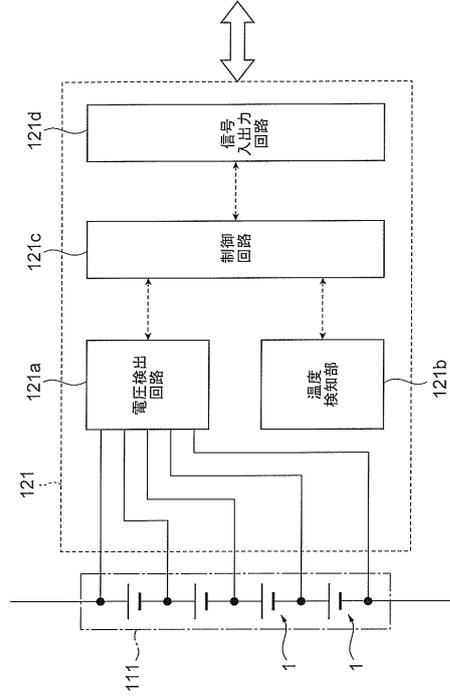
40

50

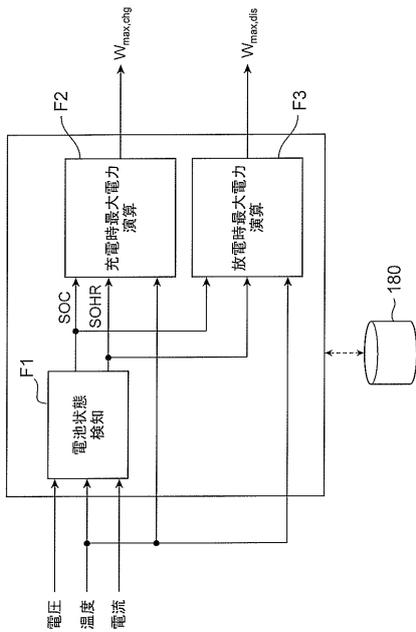
【図 1】



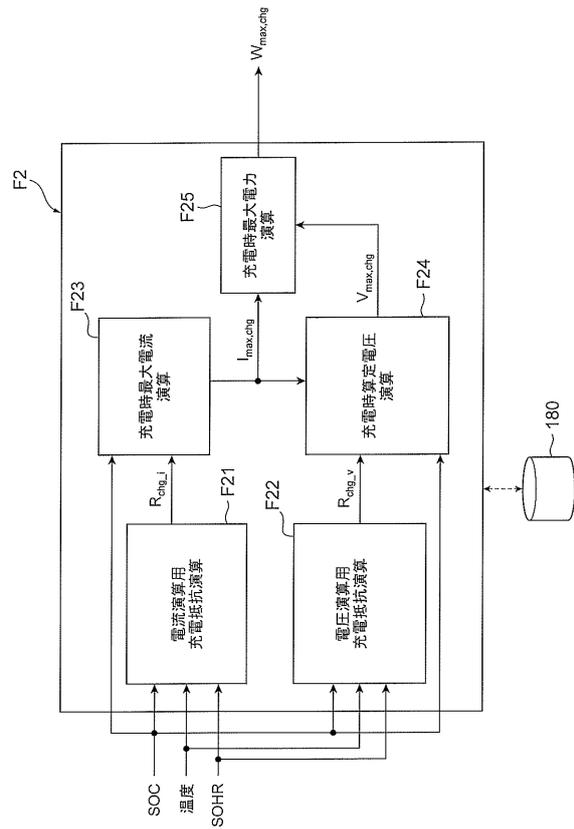
【図 2】



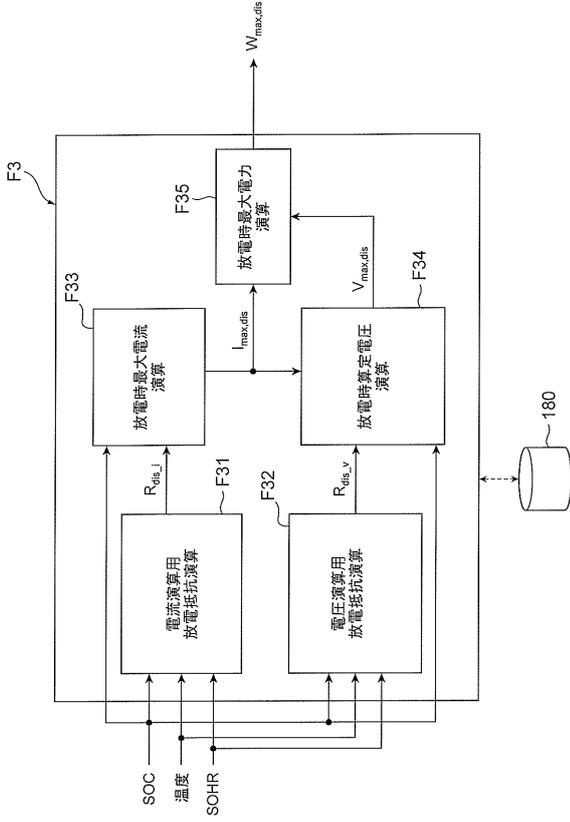
【図 3】



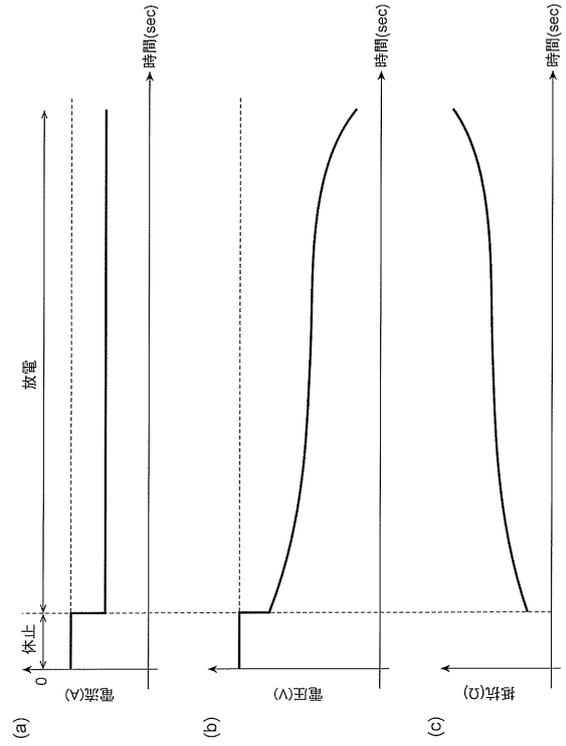
【図 4】



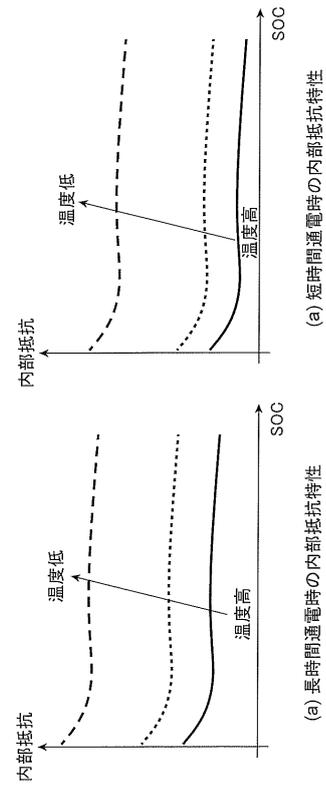
【 図 5 】



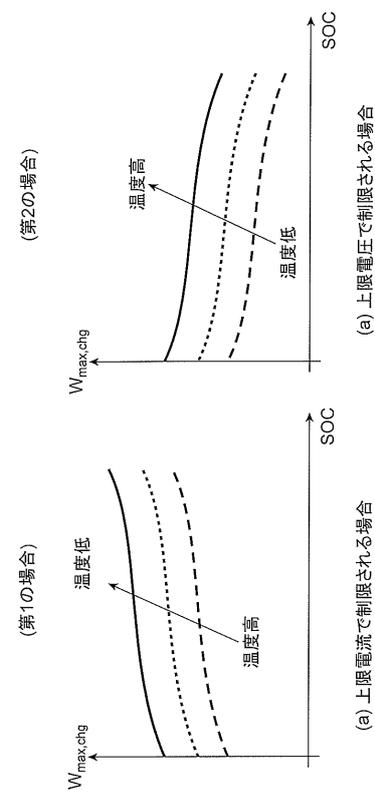
【 図 6 】



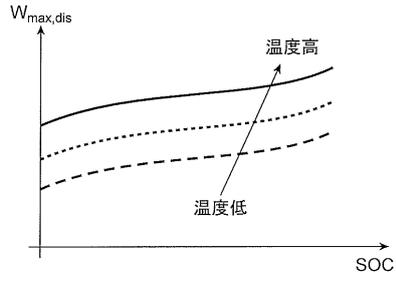
【 図 7 】



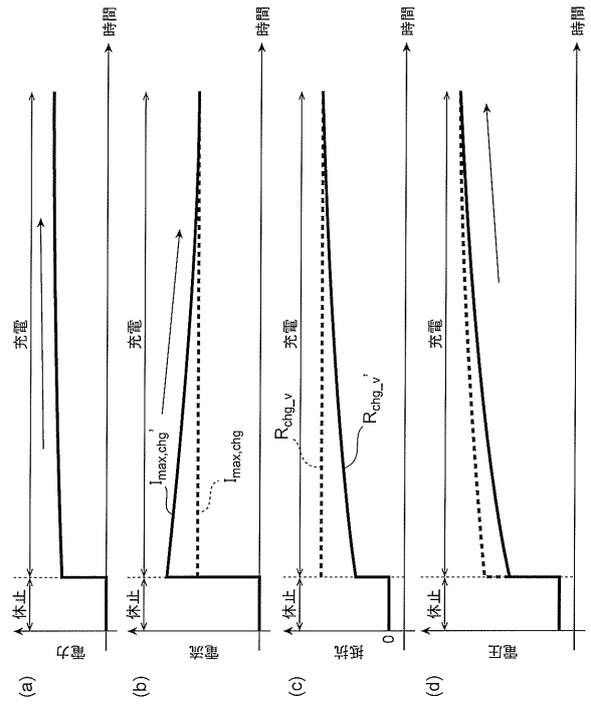
【 図 8 】



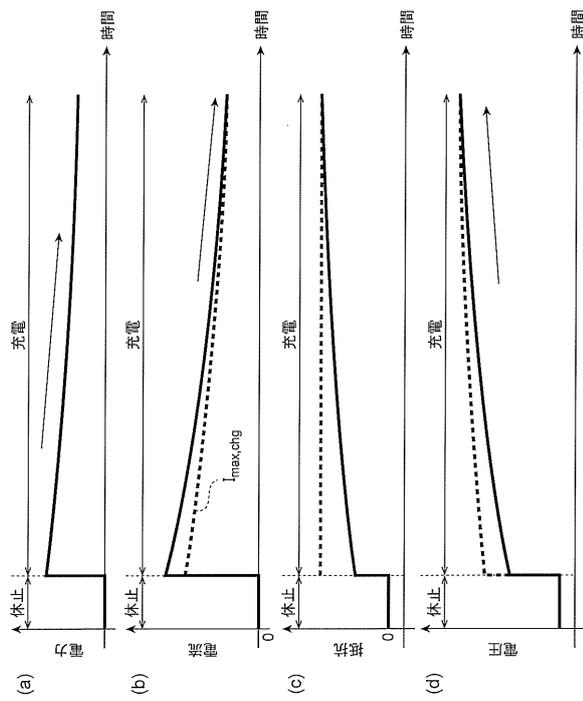
【 図 9 】



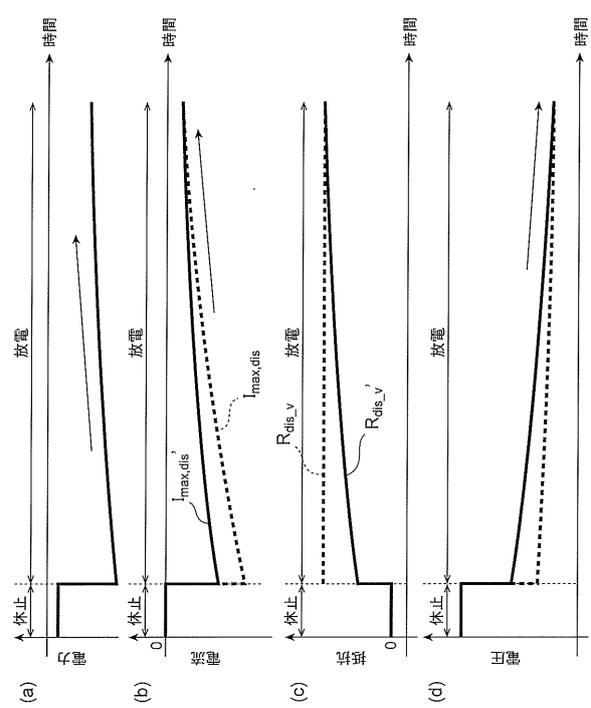
【 図 10 】



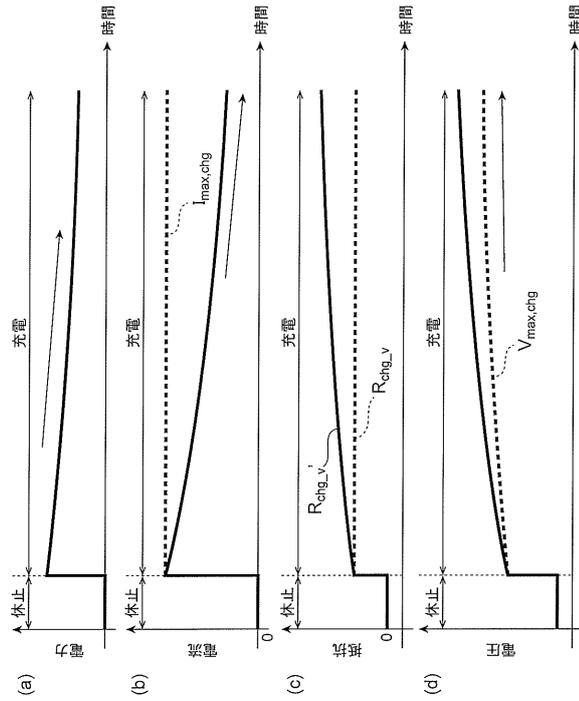
【 図 11 】



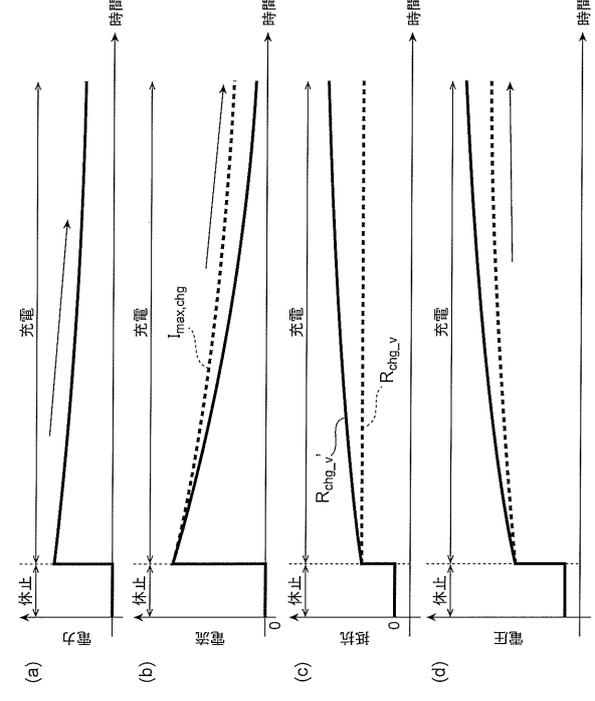
【 図 12 】



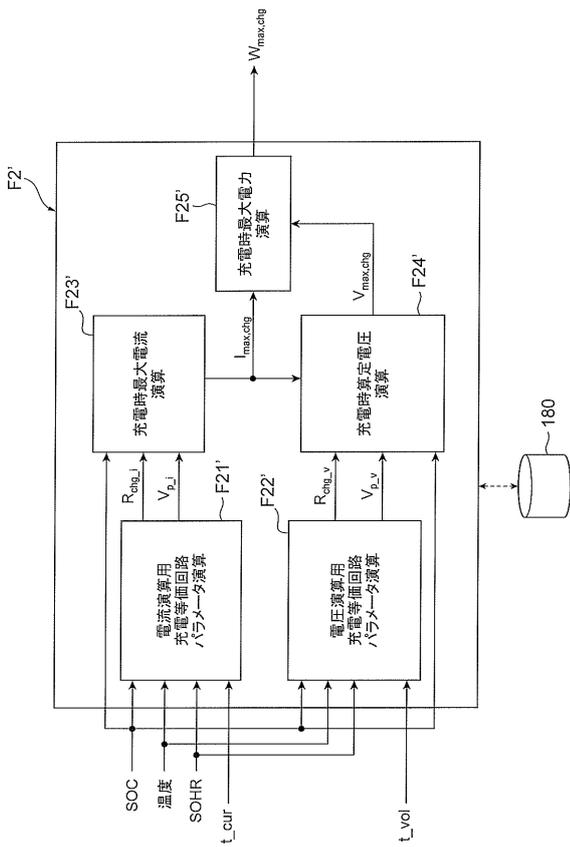
【図 1 3】



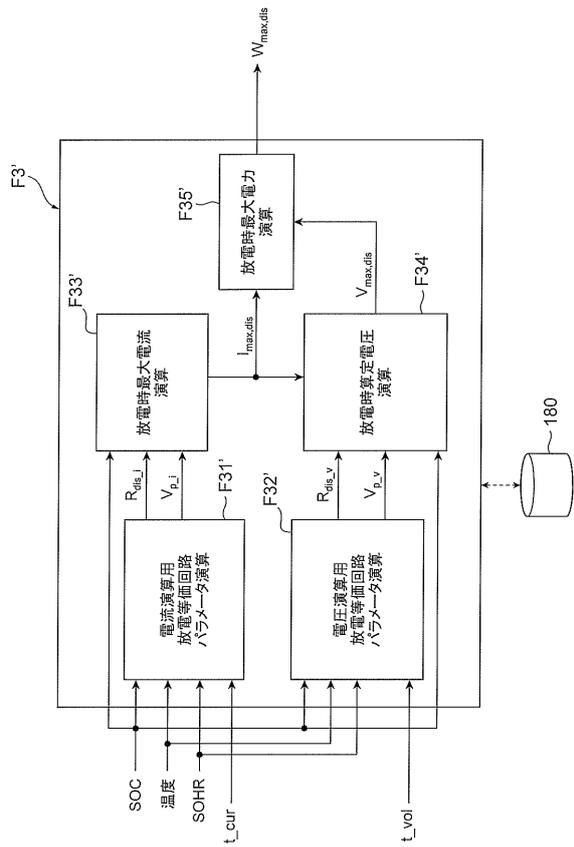
【図 1 4】



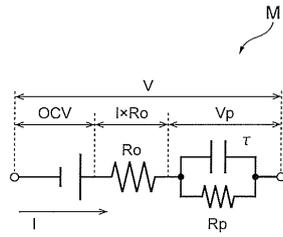
【図 1 5】



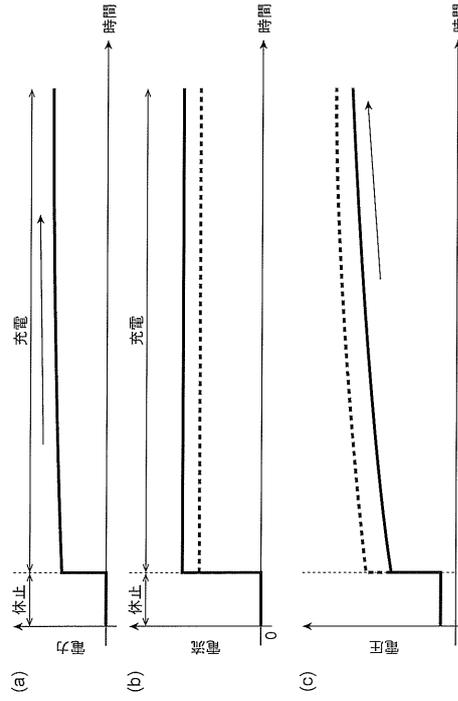
【図 1 6】



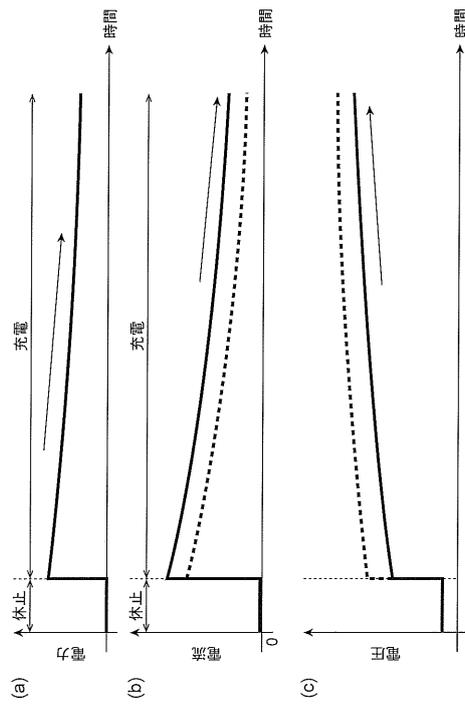
【 図 1 7 】



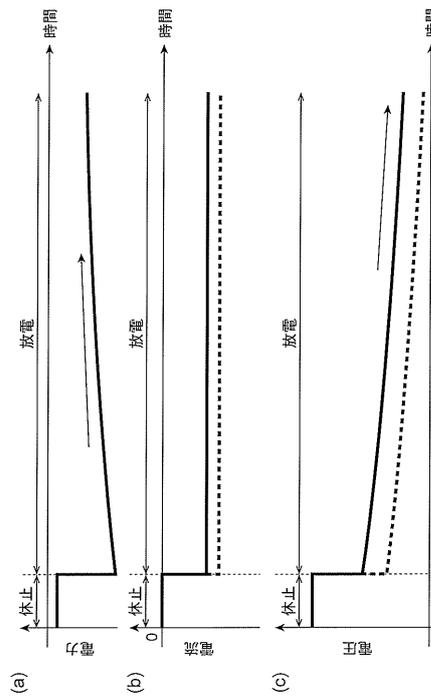
【 図 1 8 】



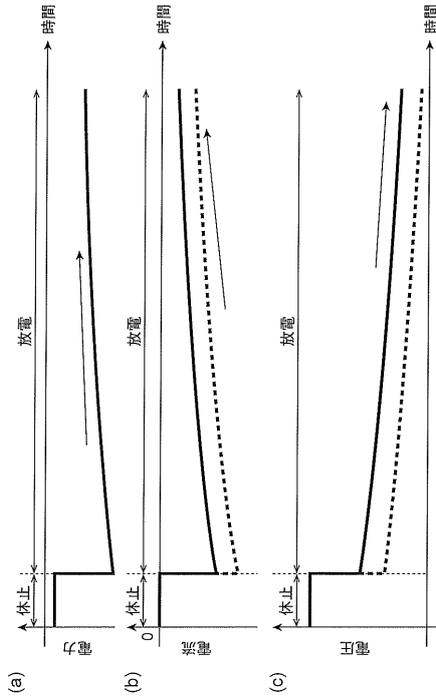
【 図 1 9 】



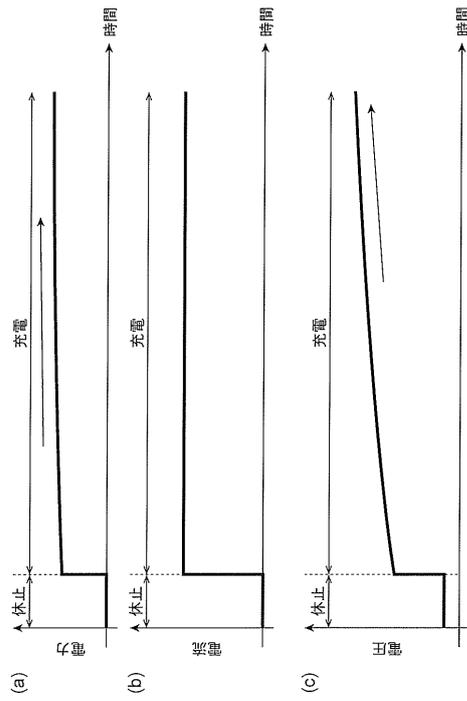
【 図 2 0 】



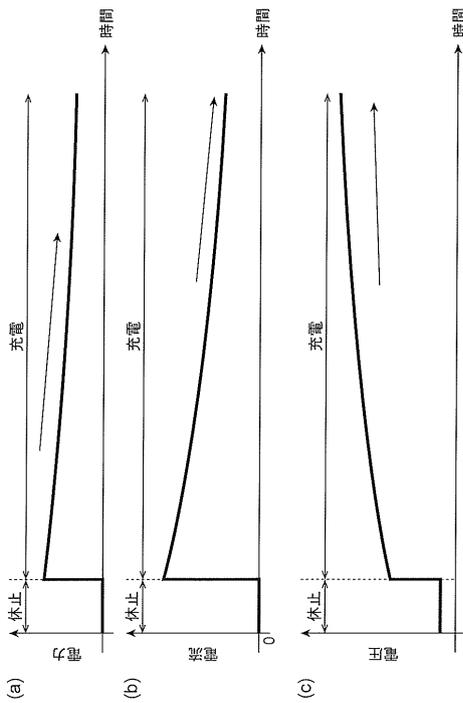
【 図 2 1 】



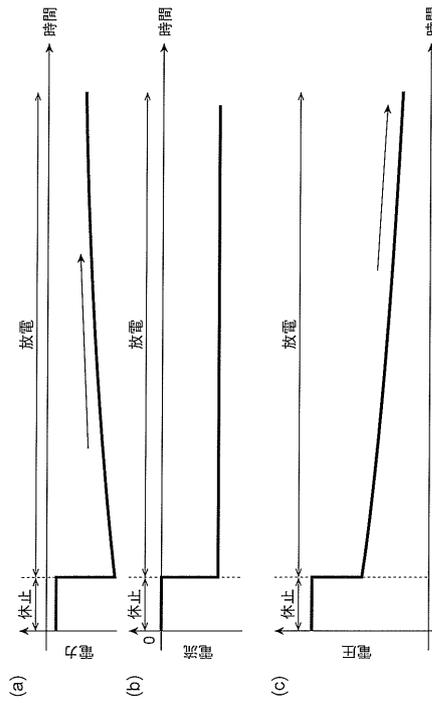
【 図 2 2 】



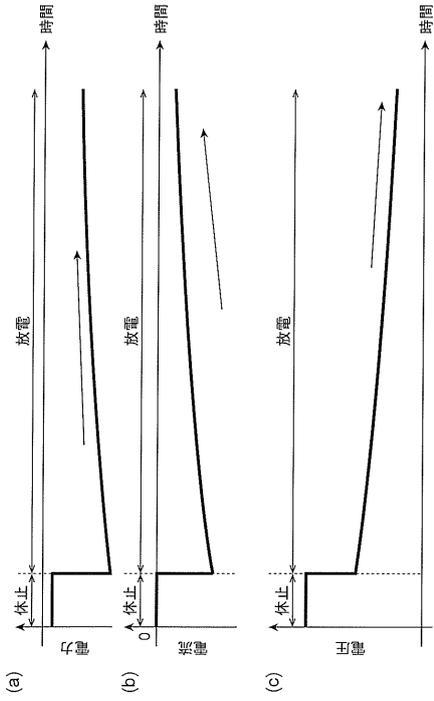
【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



【図 25】



【図 26】

(a) $I_{max,chg}$ マップ

$T(^{\circ}C) \setminus SOC(\%)$	30	40	50	60	70	80	90
-30	50	50	50	45	40	35	30
-20	60	60	60	50	50	35	30
-10	120	120	120	90	60	50	40
0	200	200	180	170	140	60	50
10	200	200	200	200	170	100	80
25	200	200	200	200	200	140	100
45	200	200	200	200	200	150	110

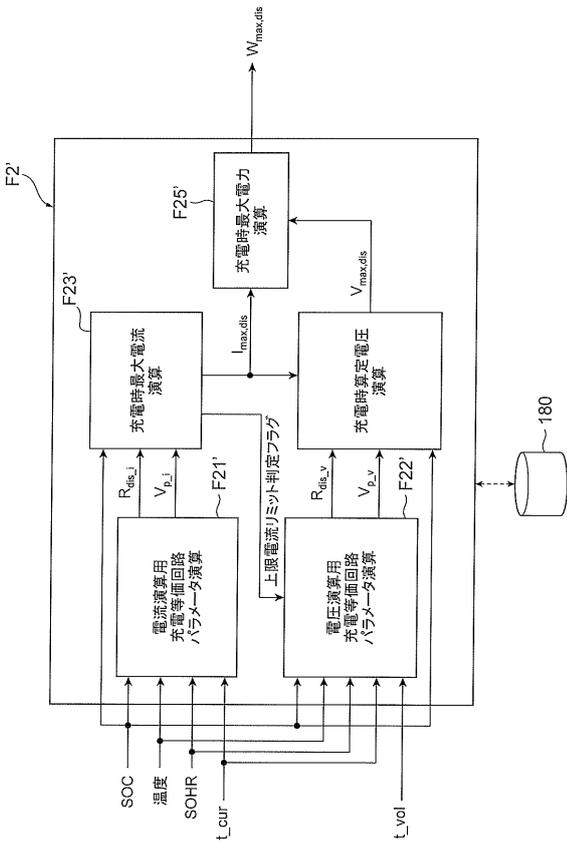
Unit (A)

(b) 電圧演算用DCRマップ

$T(^{\circ}C) \setminus SOC(\%)$	30	40	50	60	70	80	90
-30	50	50	50	45	40	35	30
-20	30	30	30	25	20	20	15
-10	30	30	30	25	20	20	15
0	16	16	20	16	15	15	13
10	8	8	7	7	10	10	9
25	5	5	5	5	4	6	7
45	4	4	4	4	3	5	6

Unit (m Ω)

【図 27】



フロントページの続き

(72)発明者 和田 陽介

茨城県ひたちなか市高場2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

Fターム(参考) 5G503 BA03 BA04 BB01 BB02 BB03 CA01 CA10 CA11 CB11 EA09

FA06 GD06

5H030 AA10 AS08 FF22 FF41 FF42 FF43 FF44 FF51 FF52