

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5867373号
(P5867373)

(45) 発行日 平成28年2月24日(2016.2.24)

(24) 登録日 平成28年1月15日(2016.1.15)

(51) Int.Cl.	F I				
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M	10/48	Z H V P		
GO 1 R 31/36 (2006.01)	GO 1 R	31/36	A		
HO 1 M 4/505 (2010.01)	HO 1 M	10/48	3 O 1		
HO 1 M 4/525 (2010.01)	HO 1 M	4/505			
HO 2 J 7/00 (2006.01)	HO 1 M	4/525			

請求項の数 9 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-256951 (P2012-256951)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成24年11月22日(2012.11.22)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2014-107032 (P2014-107032A)	(74) 代理人	100087398 弁理士 水野 勝文
(43) 公開日	平成26年6月9日(2014.6.9)		100128783 弁理士 井出 真
審査請求日	平成27年1月9日(2015.1.9)	(74) 代理人	100128473 弁理士 須澤 洋
		(72) 発明者	後藤 哲 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	西出 行正 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池システムおよび、リチウムイオン二次電池の内部抵抗の推定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

下記一般式(1)で表される化合物からなり、二相共存型の正極活物質を用いたリチウムイオン二次電池と、

前記リチウムイオン二次電池の内部抵抗を推定するコントローラと、を有し、

【数4】



$$1.0 \leq a \leq 1.3, \quad 0 \leq b \leq 0.2, \quad 0 \leq c \leq 0.2$$

上記式(1)において、Mは、3個以上の遷移金属元素を示す、

前記コントローラは、前記リチウムイオン二次電池のSOCが二相共存状態となるSOC範囲に含まれるとき、現在および直前の通電状態が変化しないときの前記内部抵抗を、現在および直前の通電状態が充電状態および放電状態の間で変化するときの前記内部抵抗よりも高い値に推定することを特徴とする電池システム。

【請求項2】

前記コントローラは、通電状態が放電状態で変化しないときの前記内部抵抗を、通電状態が充電状態から放電状態に変化するときの前記内部抵抗よりも高い値に推定することを特徴とする請求項1に記載の電池システム。

【請求項3】

前記コントローラは、通電状態が充電状態で変化しないときの前記内部抵抗を、通電状

態が放電状態から充電状態に変化する時の前記内部抵抗よりも高い値に推定することを特徴とする請求項 1 に記載の電池システム。

【請求項 4】

前記リチウムイオン二次電池の温度を検出する温度センサを有しており、

前記コントローラは、前記リチウムイオン二次電池の温度および前記内部抵抗の対応関係を示す情報を用いて、前記温度センサによって検出された温度に対応する前記内部抵抗を特定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 つに記載の電池システム。

【請求項 5】

前記対応関係を示す情報は、通電状態が変化しないときと、通電状態が変化するときとで互いに異なることを特徴とする請求項 4 に記載の電池システム。

10

【請求項 6】

前記コントローラは、推定した前記内部抵抗と、前記リチウムイオン二次電池に流れる電流値とを乗算することにより、前記リチウムイオン二次電池の過電圧を算出することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載の電池システム。

【請求項 7】

前記リチウムイオン二次電池の閉回路電圧を検出する電圧センサを有しており、

前記コントローラは、

前記電圧センサによって検出された閉回路電圧から、算出した前記過電圧を減算することにより、前記リチウムイオン二次電池の開回路電圧を算出し、

開回路電圧および SOC の対応関係を示す情報を用いて、算出した開回路電圧に対応した SOC を特定することを特徴とする請求項 6 に記載の電池システム。

20

【請求項 8】

前記コントローラは、前記リチウムイオン二次電池の満充電容量が低下するほど、前記 SOC 範囲を広げることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 つに記載の電池システム。

【請求項 9】

下記一般式 (II) で表される化合物からなり、二相共存型の正極活物質を用いたリチウムイオン二次電池の内部抵抗を推定する推定方法であって、

【数 5】



30

$$1.0 \leq a \leq 1.3, \quad 0 \leq b \leq 0.2, \quad 0 \leq c \leq 0.2$$

上記式 (II) において、M は、3 価以上の遷移金属元素を示す、

前記リチウムイオン二次電池の SOC が二相共存状態となる SOC 範囲に含まれるとき、現在および直前の通電状態が変化しないときの前記内部抵抗を、現在および直前の通電状態が充電状態および放電状態の間で変化するときの前記内部抵抗よりも高い値に推定することを特徴とする推定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二相共存型の正極活物質を用いたリチウムイオン二次電池の内部抵抗を推定する技術に関する。

40

【背景技術】

【0002】

特許文献 2 には、二相共存型の正極活物質を用いたリチウムイオン二次電池が記載されている。このようなリチウムイオン二次電池では、正極活物質に対するリチウムイオンの挿入（充電）と、正極活物質からのリチウムイオンの離脱（放電）とが二相共存反応として発生する領域を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0003】

【特許文献1】特開2011-043460号公報

【特許文献2】国際公開第2010/125649号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

正極活物質として、 $LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O_4$ に異種金属元素を追加した化合物を用いた場合において、二相共存状態となるSOC範囲では、リチウムイオン二次電池の抵抗値（内部抵抗）が過去の通電状態の影響を受けることが分かった。このため、過去の通電状態を考慮しなければ、リチウムイオン二次電池の抵抗値（内部抵抗）を精度良く推定することができない。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

本願第1の発明である電池システムは、二相共存型の正極活物質を用いたリチウムイオン二次電池と、リチウムイオン二次電池の内部抵抗を推定するコントローラと、を有する。ここで、正極活物質は、以下の一般式(1)で表される化合物からなる。

【0006】

【数1】



$$1.0 \leq a \leq 1.3, \quad 0 \leq b \leq 0.2, \quad 0 \leq c \leq 0.2$$

20

【0007】

上記式(1)において、Mは、3個以上の遷移金属元素を示す。また、上記式(1)に示すa、b、cは、上記式(1)で示す範囲内で任意に設定される値である。

【0008】

コントローラは、リチウムイオン二次電池のSOCが二相共存状態となるSOC範囲に含まれるとき、現在および直前の通電状態が変化しないときの内部抵抗を、現在および直前の通電状態が充電状態および放電状態の間で変化するときの内部抵抗よりも高い値に推定する。

【0009】

上記式(1)に示す化合物からなる二相共存型の正極活物質を用いたリチウムイオン二次電池では、リチウムイオン二次電池の内部抵抗が、現在の通電状態だけでなく、直前の通電状態の影響を受けてしまう。具体的には、現在および直前における通電状態が変化しないときの内部抵抗は、現在および直前における通電状態が変化するときの内部抵抗よりも高くなってしまふ。

30

【0010】

そこで、本発明では、現在および直前における通電状態を把握することにより、リチウムイオン二次電池の内部抵抗を推定するようにしている。これにより、リチウムイオン二次電池の内部抵抗を推定する精度を向上させることができる。

【0011】

ここで、現在の通電状態が放電状態であるときにおいて、リチウムイオン二次電池の内部抵抗を推定するときには、直前の通電状態が放電状態であるときの内部抵抗として、直前の通電状態が充電状態であるときの内部抵抗よりも高い値に推定することができる。また、現在の通電状態が充電状態であるときにおいて、リチウムイオン二次電池の内部抵抗を推定するときには、直前の通電状態が充電状態であるときの内部抵抗として、直前の通電状態が放電状態であるときの内部抵抗よりも高い値に推定することができる。

40

【0012】

リチウムイオン二次電池の内部抵抗を推定するときには、リチウムイオン二次電池の温度および内部抵抗の対応関係を示す情報を用いることができる。具体的には、温度センサを用いてリチウムイオン二次電池の温度を検出しておき、温度および内部抵抗の対応関係を用いて、検出温度に対応した内部抵抗を特定することができる。リチウムイオン二次電

50

池の内部抵抗は、リチウムイオン二次電池の温度に依存しやすいため、温度および内部抵抗の対応関係を予め求めておくことにより、リチウムイオン二次電池の温度から内部抵抗を推定することができる。

【0013】

なお、リチウムイオン二次電池の内部抵抗を推定するときには、リチウムイオン二次電池の温度だけでなく、電流値や通電時間を考慮することもできる。具体的には、温度、電流値および通電時間と、内部抵抗との対応関係を予め求めておけば、温度、電流値および通電時間を特定することにより、内部抵抗を特定することができる。

【0014】

温度および内部抵抗の対応関係を示す情報を用いて、内部抵抗を推定するときには、通電状態が変化するとき用いられる対応関係と、通電状態が変化しないときに用いられる対応関係を予め用意しておくことができる。通電状態が変化するときと、通電状態が変化しないときとで、内部抵抗が異なるため、通電状態が変化するときと変化しないときとで、温度および内部抵抗の対応関係をそれぞれ用意しておけばよい。

10

【0015】

リチウムイオン二次電池の内部抵抗を推定したときには、推定した内部抵抗に、リチウムイオン二次電池に流れる電流値を乗算することにより、リチウムイオン二次電池の過電圧を算出(推定)することができる。本発明では、内部抵抗の推定精度を向上させることができるため、過電圧の推定精度も向上させることができる。

【0016】

20

リチウムイオン二次電池の過電圧を推定したときには、過電圧に基づいて、リチウムイオン二次電池のSOCを推定することができる。具体的には、リチウムイオン二次電池の閉回路電圧から過電圧を減算することにより、リチウムイオン二次電池の閉回路電圧を算出することができる。閉回路電圧は、電圧センサを用いて検出することができる。

【0017】

閉回路電圧およびSOCは、所定の対応関係を有しているため、この対応関係を用いることにより、閉回路電圧からSOCを特定することができる。本発明によれば、過電圧の推定精度を向上させることができるため、閉回路電圧やSOCの推定精度も向上させることができる。

【0018】

30

上述したSOC範囲は、リチウムイオン二次電池の満充電容量が低下するほど、広げることができる。リチウムイオン二次電池における満充電容量の低下は、正極電位に対して負極電位を高容量側にシフトさせることによって表すことができる。ここで、二相共存状態となるSOC範囲は、正極電位に依存するため、負極電位をシフトさせても一定となる。

【0019】

一方、負極電位をシフトさせると、リチウムイオン二次電池の満充電容量が低下するため、満充電容量において、正極電位に依存するSOC範囲が占める割合が変化する。すなわち、満充電容量が低下するほど、正極電位に依存するSOC範囲が占める割合が大きくなる。このため、リチウムイオン二次電池の満充電容量が低下するほど、リチウムイオン二次電池のSOCと比較されるSOC範囲を広げることができる。

40

【0020】

満充電容量の低下に応じてSOC範囲を広げることにより、内部抵抗の推定精度を向上させることができる。ここで、SOC範囲を広げなければ、SOC範囲が広がった部分については、現在および直前における通電状態に基づく内部抵抗の推定処理が行われなくなってしまう。

【0021】

この場合には、現在および直前における通電状態が変化しないときに推定される内部抵抗が実際の内部抵抗からずれやすくなってしまい、内部抵抗の推定精度が低下してしまう。そこで、本発明のように、満充電容量の低下に応じてSOC範囲を広げることにより、

50

SOC範囲が広がった部分についても、現在および直前における通電状態に基づく内部抵抗の推定処理を行うことができ、内部抵抗の推定精度を向上させることができる。

【0022】

本願第2の発明は、二相共存型の正極活物質を用いたリチウムイオン二次電池の内部抵抗を推定する推定方法である。ここで、正極活物質は、上記式(1)で表される化合物からなっている。リチウムイオン二次電池のSOCが二相共存状態となるSOC範囲に含まれるとき、現在および直前の通電状態が変化しないときの内部抵抗を、現在および直前の通電状態が充電状態および放電状態の間で変化するときの内部抵抗よりも高い値に推定する。本願第2の発明においても、本願第1の発明と同様の効果を得ることができる。

【0023】

なお、将来の通電状態が直前の通電状態に対して変化しないことが予測されるときには、通電状態を事前に変化させておくことができる。これにより、現在および直前における通電状態が変化しないことに伴う内部抵抗の上昇を抑制することができる。

【0024】

具体的には、直前の通電状態が放電状態であり、リチウムイオン二次電池を放電しようとするときには、放電を行う前に、リチウムイオン二次電池を充電させることができる。これにより、リチウムイオン二次電池の放電を行ったときには、直前の通電状態が充電状態となり、現在および直前における通電状態が放電状態に変化しないことに伴う内部抵抗の上昇を抑制することができる。

【0025】

一方、直前の通電状態が充電状態であり、リチウムイオン二次電池を充電しようとするときには、充電を行う前に、リチウムイオン二次電池を放電させることができる。これにより、リチウムイオン二次電池の充電を行ったときには、直前の通電状態が放電状態となり、現在および直前における通電状態が充電状態に変化しないことに伴う内部抵抗の上昇を抑制することができる。

【0026】

上述したように、リチウムイオン二次電池の内部抵抗の上昇を抑制できれば、リチウムイオン二次電池の放電や充電を効率良く行うことができる。具体的には、リチウムイオン二次電池の放電電力や充電電力を上昇させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】電池システムの構成を示す図である。

【図2】実施例1において、単電池の過電圧を推定する処理を示すフローチャートである。

【図3】通常モードにおいて、単電池の抵抗値を特定するマップを示す図である。

【図4】OCVおよびSOCの関係を示す図である。

【図5】履歴モードにおいて、直前の通電状態が充電状態であるときに単電池の抵抗値を特定するマップを示す図である。

【図6】履歴モードにおいて、直前の通電状態が放電状態であるときに単電池の抵抗値を特定するマップを示す図である。

【図7】単電池の電圧値、正極電位および負極電位の関係を示す図である。

【図8】容量低下量に基づいてSOC範囲を補正する処理を示すフローチャートである。

【図9】実施例2において、単電池の抵抗値の上昇を抑制する処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本発明の実施例について説明する。

【実施例1】

【0029】

図1は、本実施例の電池システムの構成を示す図である。図1に示す電池システムは、

10

20

30

40

50

例えば、車両に搭載することができる。この車両としては、ハイブリッド自動車や電気自動車がある。ハイブリッド自動車は、車両を走行させるための動力源として、後述する組電池に加えて、内燃機関又は燃料電池といった他の動力源を備えている。また、電気自動車は、車両を走行させるための動力源として、後述する組電池だけを備えている。

【0030】

なお、本発明は、車両に搭載される電池システムだけに適用されるものではない。すなわち、後述する単電池を充放電させるシステム又は装置であれば、本発明を適用することができる。

【0031】

組電池10は、直列に接続された複数の単電池11を有する。単電池11としては、リチウムイオン二次電池が用いられる。単電池11は、電池ケースと、電池ケースに収容される発電要素とを有する。発電要素は、充放電を行う要素であり、正極板と、負極板と、正極板および負極板の間に配置されるセパレータとを有する。なお、セパレータの代わりに、固体電解質を用いることもできる。

10

【0032】

正極板は、集電板と、集電板の表面に形成された正極活物質層とを有する。集電板は、例えば、アルミニウムで形成することができる。正極活物質層は、正極活物質、結着剤や導電助剤を含んでいる。結着剤としては、例えば、ポリフッ化ビニリデンを用いることができ、導電助剤としては、例えば、アセチレンブラックを用いることができる。

【0033】

正極活物質としては、以下の一般式(1)で表される化合物が用いられる。

20

【0034】

【数2】



$$1.0 \leq a \leq 1.3, \quad 0 \leq b \leq 0.2, \quad 0 \leq c \leq 0.2$$

【0035】

上記式(1)において、Mは、3価以上の遷移金属元素を示す。例えば、Mとしては、Al、Ti、Cr、Fe、Co、Zr、Nb、Mo、Ta、Wなどを用いることができる。

【0036】

また、上記式(1)に示すa、b、cのそれぞれの値は、上記の数値範囲内における任意の値となる。上記式(1)に示すbは、0であってもよく、この場合には、Mが含まれないことになる。また、上記式(1)に示すcを0よりも大きな値とするときには、正極活物質を製造するときに、再焼成などによって、酸素欠陥を発生させればよい。

30

【0037】

負極板は、集電板と、集電板の表面に形成された負極活物質層とを有する。集電板は、例えば、銅で形成することができる。負極活物質層は、負極活物質、結着剤、増粘剤を含んでいる。負極活物質層を構成する材料としては、公知の材料を適宜選択することができる。ここで、負極活物質としては、例えば、天然黒鉛系炭素材料を用いることができる。

【0038】

単電池11の数は、組電池10の要求出力などに基づいて、適宜設定することができる。本実施例では、すべての単電池11が直列に接続されることによって、組電池10が構成されているが、これに限るものではない。すなわち、組電池10には、並列に接続された複数の単電池11を含めることができる。

40

【0039】

監視ユニット(電圧センサに相当する)21は、組電池10の閉回路電圧(CCV: Closed Circuit Voltage)を検出したり、各単電池11の閉回路電圧(CCV)を検出したりし、検出結果をコントローラ40に出力する。電流センサ22は、組電池10に流れる電流を検出し、検出結果をコントローラ40に出力する。ここで、組電池10を放電するときには、電流値(放電電流)として正の値を用い、組電池10を充電するときには、電

50

流値（充電電流）として負の値を用いることができる。

【0040】

本実施例では、組電池10の正極端子と接続された正極ラインPLに電流センサ22を設けているが、電流センサ22は、組電池10に流れる電流を検出できればよく、電流センサ22を設ける位置は適宜設定することができる。例えば、組電池10の負極端子と接続された負極ラインNLに電流センサ22を設けることもできる。また、複数の電流センサ22を設けることもできる。

【0041】

温度センサ23は、組電池10（単電池11）の温度を検出し、検出結果をコントローラ40に出力する。組電池10に含まれる単電池11の位置に応じて温度が異なることがあるときには、組電池10における複数の箇所に温度センサ23を配置することができる。これにより、各単電池11の温度を精度良く検出することができる。

10

【0042】

コントローラ40は、メモリ41およびタイマ42を有する。メモリ41は、コントローラ40が所定処理（例えば、本実施例で説明する処理）を行うための各種の情報を記憶している。また、タイマ42は、後述するように、組電池10の通電時間を測定するために用いられる。本実施例では、メモリ41およびタイマ42が、コントローラ40に内蔵されているが、メモリ41およびタイマ42の少なくとも一方は、コントローラ40の外部に設けることもできる。

【0043】

正極ラインPLには、システムメインリレーSMR-Bが設けられている。システムメインリレーSMR-Bは、コントローラ40からの制御信号を受けることにより、オンおよびオフの間で切り替わる。負極ラインNLには、システムメインリレーSMR-Gが設けられている。システムメインリレーSMR-Gは、コントローラ40からの制御信号を受けることにより、オンおよびオフの間で切り替わる。

20

【0044】

システムメインリレーSMR-Gには、システムメインリレーSMR-Pおよび電流制限抵抗Rが並列に接続されている。システムメインリレーSMR-Pおよび電流制限抵抗Rは、直列に接続されている。システムメインリレーSMR-Pは、コントローラ40からの制御信号を受けることにより、オンおよびオフの間で切り替わる。

30

【0045】

電流制限抵抗Rは、組電池10を負荷（具体的には、インバータ31）と接続するとき、コンデンサCに突入電流が流れることを抑制するために用いられる。コンデンサCは、正極ラインPLおよび負極ラインNLと接続されており、正極ラインPLおよび負極ラインNLの間における電圧変動を平滑化するために用いられる。

【0046】

組電池10をインバータ31と接続するとき、コントローラ40は、まず、システムメインリレーSMR-Bをオフからオンに切り替えるとともに、システムメインリレーSMR-Pをオフからオンに切り替える。これにより、組電池10の放電電流を電流制限抵抗Rに流すことができ、突入電流がコンデンサCに流れることを抑制できる。

40

【0047】

次に、コントローラ40は、システムメインリレーSMR-Gをオフからオンに切り替えるとともに、システムメインリレーSMR-Pをオンからオフに切り替える。これにより、組電池10およびインバータ31の接続が完了し、図1に示す電池システムは、起動状態（Ready-On）となる。コントローラ40には、車両のイグニッションスイッチのオン/オフに関する情報が入力され、コントローラ40は、イグニッションスイッチがオフからオンに切り替わることに応じて、図1に示す電池システムを起動する。

【0048】

一方、イグニッションスイッチがオンからオフに切り替わったとき、コントローラ40は、システムメインリレーSMR-B、SMR-Gをオンからオフに切り替える。これに

50

より、組電池 10 およびインバータ 31 の接続が遮断され、図 1 に示す電池システムは、停止状態 (Ready-Off) となる。

【0049】

インバータ 31 は、組電池 10 から出力された直流電力を交流電力に変換し、交流電力をモータ・ジェネレータ 32 に出力する。モータ・ジェネレータ 32 としては、例えば、三相交流モータを用いることができる。モータ・ジェネレータ 32 は、インバータ 31 から出力された交流電力を受けて、車両を走行させるための運動エネルギーを生成する。モータ・ジェネレータ 32 によって生成された運動エネルギーは、車輪に伝達され、車両を走行させることができる。

【0050】

車両を減速させたり、停止させたりするとき、モータ・ジェネレータ 32 は、車両の制動時に発生する運動エネルギーを電気エネルギー (交流電力) に変換する。インバータ 31 は、モータ・ジェネレータ 32 が生成した交流電力を直流電力に変換し、直流電力を組電池 10 に出力する。これにより、組電池 10 は、回生電力を蓄えることができる。

【0051】

本実施例では、組電池 10 をインバータ 31 に接続しているが、これに限るものではない。具体的には、組電池 10 およびインバータ 31 の間の電流経路に、昇圧回路を設けることができる。昇圧回路は、組電池 10 の出力電圧を昇圧し、昇圧後の電力をインバータ 31 に出力することができる。また、昇圧回路は、インバータ 31 の出力電圧を降圧し、降圧後の電力を組電池 10 に出力することができる。

【0052】

次に、本実施例の電池システムにおける一部の処理について、図 2 に示すフローチャートを用いて説明する。図 2 に示す処理は、単電池 11 の過電圧を推定する方法を切り替える処理であり、コントローラ 40 によって実行される。

【0053】

ステップ S101 において、コントローラ 40 は、監視ユニット 21 の出力に基づいて、単電池 11 の電圧値を検出するとともに、温度センサ 23 の出力に基づいて、単電池 11 の温度を検出する。また、コントローラ 40 は、電流センサ 22 の出力に基づいて、単電池 11 に流れる電流値を検出するとともに、タイマ 42 を用いて、電流値が変化していない間の通電時間を計測する。

【0054】

ステップ S102 において、コントローラ 40 は、ステップ S101 の処理で取得した情報に基づいて、単電池 11 の過電圧を推定する。単電池 11 が通電状態 (充電状態又は放電状態) にあるときには、分極の発生によって、監視ユニット 21 によって検出された単電池 11 の閉回路電圧値 (CCV) は、単電池 11 の開回路電圧値 (OCV; Open Circuit Voltage) からずれてしまう。ここで、閉回路電圧値および開回路電圧値の差分が過電圧に相当する。

【0055】

具体的には、コントローラ 40 は、図 3 に示すマップを用いて、単電池 11 の過電圧を推定することができる。図 3 に示すマップは、単電池 11 に流れる電流値と、単電池 11 の温度と、電流値および温度に対応した単電池 11 の抵抗値 (内部抵抗) R_{nor} との関係を示す。

【0056】

図 3 に示すマップは、予め実験などを行うことにより作成することができ、図 3 に示すマップに関する情報は、メモリ 41 に記憶しておくことができる。なお、マップの代わりに、電流値および温度から、抵抗値 R_{nor} を算出できる演算式を用いることもできる。

【0057】

図 3 に示すマップとしては、現在の通電状態が充電状態であるときに用いられるマップと、現在の通電状態が放電状態にあるときに用いられるマップとがある。すなわち、現在

10

20

30

40

50

の通電状態が充電状態であるときには、充電状態に対応した図3に示すマップが用いられ、現在の通電状態が放電状態であるときには、放電状態に対応した図3に示すマップが用いられる。

【0058】

ここで、コントローラ40は、電流センサ22によって検出された電流値を確認することにより、通電状態が充電状態および放電状態のいずれであるかを判別することができる。すなわち、電流値が正の値であれば、コントローラ40は、単電池11の通電状態が放電状態であることを判別できる。また、電流値が負の値であれば、コントローラ40は、単電池11の通電状態が充電状態であることを判別できる。

【0059】

ステップS101の処理によって、電流値および温度を取得しているため、図3に示すマップを用いれば、電流値および温度に対応した抵抗値 R_{nor} を特定することができる。図3に示すマップでは、電流値および温度と、抵抗値 R_{nor} との関係を示しているが、抵抗値 R_{nor} は、通電時間によっても変化することがある。

【0060】

このため、図3に示すマップとしては、電流値、温度および通電時間と、抵抗値 R_{nor} との対応関係を示すマップを用いることができる。このマップを用いれば、電流値、温度および通電時間に基づいて、抵抗値 R_{nor} を特定することができる。

【0061】

本実施例では、電流値、温度および通電時間に基づいて、抵抗値 R_{nor} を特定しているが、これに限るものではない。具体的には、電流値、温度および通電時間のパラメータのうち、少なくとも1つのパラメータに基づいて、抵抗値 R_{nor} を特定することができる。この場合には、少なくとも1つのパラメータおよび抵抗値 R_{nor} の関係を予め求めておけばよい。ここで、抵抗値 R_{nor} は、単電池11の温度に依存しやすいため、単電池11の温度に基づいて、抵抗値 R_{nor} を特定することができる。

【0062】

抵抗値 R_{nor} は、電流値、温度および通電時間の影響を受けるため、電流値、温度および通電時間に基づいて、抵抗値 R_{nor} を特定(推定)することにより、抵抗値 R_{nor} の推定精度を向上させることができる。

【0063】

ステップS102において、コントローラ40は、抵抗値 R_{nor} および電流値を乗算することにより、単電池11の過電圧を算出することができる。ここで用いられる電流値は、ステップS101の処理で取得された電流値である。

【0064】

ステップS103において、コントローラ40は、単電池11のSOC(State of Charge)を推定する。SOCとは、満充電容量に対する、現在の充電容量の割合を示す。具体的には、コントローラ40は、ステップS101の処理で取得した単電池11の電圧値(CCV)から、ステップS102の処理で算出した過電圧を減算することにより、単電池11のOCVを算出する。

【0065】

そして、コントローラ40は、図4に示す、SOCおよびOCVの対応関係を用いて、OCVに対応したSOCを特定する。SOCおよびOCVは、図4に示す対応関係を有しているため、OCVを特定することにより、このOCVに対応したSOCを特定することができる。図4に示す関係は、実験などによって予め特定しておくことができ、図4に示す情報は、メモリ41に記憶しておくことができる。

【0066】

ステップS104において、コントローラ40は、ステップS103の処理で推定したSOC(推定SOC)が所定のSOC範囲に含まれているか否かを判別する。正極活物質として、上記式(1)に示す化合物を用いると、所定のSOC範囲において、二相が共存することが分かっている。ここで、SOC範囲は、上記式(1)に示す化合物の組成に応

10

20

30

40

50

じて異なる。

【 0 0 6 7 】

正極活物質にリチウムイオンが挿入された状態を第一相とし、正極活物質からリチウムイオンが放出（離脱）した状態を第二相とする。上記式（ 1 ）に示す化合物では、 1 つの正極活物質の内部において、第一相および第二相が安定した状態で共存することがある。二相共存型の正極活物質であって、上記式（ 1 ）に示す化合物からなる正極活物質を用いると、単電池 1 1 を充放電したときの過去の履歴に応じて、単電池 1 1 の抵抗値（内部抵抗）が異なることが分かった。

【 0 0 6 8 】

単電池 1 1 の SOC が二相共存状態となる SOC 範囲に含まれるときに、単電池 1 1 の抵抗値（内部抵抗）が変化してしまう。そこで、ステップ S 1 0 4 の処理では、単電池 1 1 の SOC が所定の SOC 範囲に含まれているか否かを判別している。

10

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 0 4 において、推定 SOC が所定の SOC 範囲から外れているとき、コントローラ 4 0 は、ステップ S 1 0 5 の処理を行う。一方、推定 SOC が所定の SOC 範囲内に含まれているとき、コントローラ 4 0 は、ステップ S 1 0 6 の処理を行う。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 1 0 5 において、コントローラ 4 0 は、過電圧の推定方法として、通常モードを設定する。通常モードでは、ステップ S 1 0 2 の処理で説明したように、単電池 1 1 の現在における通電状態に基づいて、単電池 1 1 の過電圧を推定する。具体的には、まず、現在の通電状態に応じた図 3 に示すマップを用いることにより、単電池 1 1 の抵抗値 R_{nor} を特定し、抵抗値 R_{nor} および電流値を乗算することにより、単電池 1 1 の過電圧を算出する。

20

【 0 0 7 1 】

ステップ S 1 0 6 において、コントローラ 4 0 は、過電圧の推定方法として、履歴モードを設定する。履歴モードでは、通常モードとは異なる方法によって、単電池 1 1 の過電圧を推定する。具体的には、履歴モードでは、現在および直前における単電池 1 1 の通電状態に基づいて、単電池 1 1 の過電圧を推定する。

【 0 0 7 2 】

直前の通電状態とは、過去の通電状態であって、現在に対して直近の通電状態である。ステップ S 1 0 1 の処理を所定の周期で行うとき、直前の通電状態とは、現在に対して、1 つ前の周期で特定される通電状態である。また、現在の通電状態が、単電池 1 1 の充放電を停止した直後における通電状態であれば、直前の通電状態は、単電池 1 1 の充放電を停止する直前における通電状態となる。ここで、電流センサ 2 2 によって検出された電流値に関する情報をメモリ 4 1 に記憶しておけば、コントローラ 4 0 は、直前の通電状態が充電状態および放電状態のいずれであるかを判別することができる。

30

【 0 0 7 3 】

履歴モードにおいて、単電池 1 1 の抵抗値（内部抵抗）を推定するとき、コントローラ 4 0 は、直前における単電池 1 1 の通電状態に応じて、図 5 又は図 6 に示すマップを使い分ける。図 5 および図 6 に示すマップは、実験などによって予め求めておくことができ、図 5 および図 6 に示すマップに関する情報は、メモリ 4 1 に記憶しておくことができる。

40

【 0 0 7 4 】

図 5 および図 6 に示すマップは、現在の通電状態が放電状態にある場合と、現在の通電状態が充電状態にある場合とで、それぞれ設けられている。すなわち、現在の通電状態が放電状態にあるとき、コントローラ 4 0 は、現在の放電状態に対応した図 5 および図 6 に示すマップを特定し、図 5 および図 6 に示すマップのうち、直前における単電池 1 1 の通電状態に応じたマップを用いる。また、現在の通電状態が充電状態にあるとき、コントローラ 4 0 は、現在の充電状態に対応した図 5 および図 6 に示すマップを特定し、図 5 および図 6 に示すマップのうち、直前における単電池 1 1 の通電状態に応じたマップを用いる。

50

【0075】

図5に示すマップは、直前の通電状態が充電状態であるときに、単電池11の抵抗値（内部抵抗） R_{ch} を特定するために用いられる。図5に示すマップは、図3に示すマップに対応しており、現在における単電池11の温度および電流値と、抵抗値（内部抵抗） R_{ch} との関係を示す。図5に示すマップでは、図3に示すマップと同様に、通電時間を考慮することができる。なお、マップの代わりに、温度および電流値から、抵抗値 R_{ch} を算出できる演算式を用いることもできる。

【0076】

直前の通電状態が充電状態であるとき、コントローラ40は、図5に示すマップを用いることにより、ステップS101の処理で取得した温度、電流値および通電時間に対応した抵抗値 R_{ch} を特定する。抵抗値 R_{ch} を特定した後、コントローラ40は、抵抗値 R_{ch} に対して、現在における単電池11の電流値を乗算することにより、単電池11の過電圧を算出することができる。

10

【0077】

図6に示すマップは、直前の通電状態が放電状態であるときに、単電池11の抵抗値（内部抵抗） R_{dis} を特定するために用いられる。図6に示すマップは、図3に示すマップに対応しており、現在における単電池11の温度および電流値と、抵抗値（内部抵抗） R_{dis} との関係を示す。図6に示すマップでは、図3に示すマップと同様に、通電時間を考慮することができる。なお、マップの代わりに、温度および電流値から、抵抗値 R_{dis} を算出できる演算式を用いることもできる。

20

【0078】

直前の通電状態が放電状態であるとき、コントローラ40は、図6に示すマップを用いて、ステップS101の処理で取得した温度、電流値および通電時間に対応した抵抗 R_{dis} を特定する。抵抗値 R_{dis} を特定した後、コントローラ40は、抵抗値 R_{dis} に対して、現在における単電池11の電流値を乗算することにより、単電池11の過電圧を算出することができる。

【0079】

上記式(1)に示す化合物からなる二相共存型の正極活物質を用いた場合であって、推定SOCが所定のSOC範囲内に含まれているときには、現在の通電状態および直前の通電状態の関係に応じて、単電池11の抵抗値（内部抵抗）が変化してしまう。ここで、抵抗値（内部抵抗）の変化は、現在および直前における通電状態（充電状態又は放電状態）だけに依存することが分かった。

30

【0080】

すなわち、抵抗値（内部抵抗）の変化は、直前の通電状態における通電時間および電流レートや、単電池11の通電を停止している時間などの影響を受けないことが分かった。このため、現在および直前の通電状態だけを確認することにより、抵抗値（内部抵抗）の変化を推定することができる。

【0081】

例えば、現在および直前の通電状態が放電状態であるときの抵抗値（内部抵抗）は、直前の通電状態が充電状態であり、現在の通電状態が放電状態であるときの抵抗値（内部抵抗）よりも高くなる。また、現在および直前の通電状態が充電状態であるときの抵抗値（内部抵抗）は、直前の通電状態が放電状態であり、現在の通電状態が充電状態であるときの抵抗値（内部抵抗）よりも高くなる。

40

【0082】

すなわち、現在および直前の通電状態が変化しないときの抵抗値（内部抵抗）は、現在および直前の通電状態が、放電状態および通電状態の間で変化するときの抵抗値（内部抵抗）よりも高くなる。このように、現在の通電状態が放電状態又は充電状態であっても、直前の通電状態が放電状態および充電状態のいずれであるかに応じて、抵抗値（内部抵抗）が変化してしまう。

【0083】

50

本実施例によれば、履歴モードにおいて、直前の通電状態を考慮することにより、単電池 11 の抵抗値（内部抵抗）を精度良く推定することができる。また、抵抗値（内部抵抗）の推定精度を向上させることにより、単電池 11 の過電圧を精度良く推定することができる。単電池 11 の過電圧を推定できれば、ステップ S 103 の処理で説明したように、単電池 11 の OCV を算出した後に、単電池 11 の SOC を推定することができる。

【0084】

本実施例では、通常モードおよび履歴モードの判別を行うときに、図 2 に示すステップ S 101 からステップ S 103 の処理を行っているが、これに限るものではない。すなわち、通常モードおよび履歴モードの判別を行う前においては、ステップ S 101 ~ ステップ S 103 の処理とは異なる処理によって、単電池 11 の SOC を推定することもできる。

10

【0085】

例えば、組電池 10 が負荷（インバータ 31）と接続されていない状態において、単電池 11 の OCV を検出し、OCV および SOC の対応関係を用いて、検出した OCV に対応する SOC を特定することができる。単電池 11 の OCV を検出するときには、分極が発生しにくい微弱な電流を単電池 11 に流し、このときの単電池 11 の電圧値（CCV）を OCV と見なすことができる。一方、組電池 10（単電池 11）の充放電を開始してからの電流値を積算し続けることにより、単電池 11 の SOC を推定することもできる。

【0086】

なお、通常モードおよび履歴モードの判別を行った後であれば、上述したように、単電池 11 の過電圧に基づいて、単電池 11 の SOC を推定することができる。

20

【0087】

上述した図 2 に示す処理では、単電池 11 の過電圧や SOC を推定しているが、これに限るものではない。すなわち、図 1 に示す電池システムであれば、図 2 に示す処理と同様の処理を行うことにより、組電池 10 の過電圧や SOC を推定することもできる。この場合において、図 3、図 4、図 5 に示すマップとしては、組電池 10 の抵抗値を特定できるマップを用いればよい。

【0088】

単電池 11 の満充電容量は、単電池 11 の劣化などに応じて低下してしまう。この場合には、以下に説明するように、単電池 11 の満充電容量が低下する前における SOC 範囲と、単電池 11 の満充電容量が低下した後における SOC 範囲とは異なってしまうことがある。

30

【0089】

ここで、単電池 11 における満充電容量の低下は、図 7 に示すように、正極電位に対して負極電位を高容量側にシフトさせることによって表現することができる。図 7 において、点線は、単電池 11 が劣化する前における単電池 11 の電圧値や負極電位を示す。一方、図 7 に示す実線は、正極電位や、単電池 11 が劣化した後における単電池 11 の電圧値や負極電位を示す。単電池 11 の電圧値は、正極電位および負極電位の差で表される。

【0090】

単電池 11 が劣化したときには、劣化量の分だけ、図 7 の矢印 D の方向に負極電位をシフトさせることができる。負極電位を図 7 の矢印 D の方向にシフトさせると、単電池 11 の満充電容量が低下することになる。図 7 に示すように、単電池 11 が劣化すると、単電池 11 の満充電容量は、FCC1 から FCC2 に低下する。

40

【0091】

FCC1 は、単電池 11 が劣化する前において、単電池 11 の SOC が 0 ~ 100 [%] の範囲を示している。また、FCC2 は、単電池 11 が劣化した後において、単電池 11 の SOC が 0 ~ 100 [%] の範囲を示している。

【0092】

図 7 に示す Range_soc は、図 2 に示すステップ S 104 の処理で用いられている SOC 範囲を示す。上述したように、二相共存状態は、正極活物質に依存するため、S

50

OC範囲Range_socは、正極電位によって決定される。ここで、単電池11の満充電容量が低下すると、満充電容量の範囲(SOCが0~100%の範囲)のうち、Range_socの占める範囲が変化してしまう。具体的には、満充電容量FCC2に対してRange_socが占める範囲は、満充電容量FCC1に対してRange_socが占める範囲よりも広がってしまう。

【0093】

このように、単電池11の満充電容量が低下したときには、SOC範囲Range_socを変更する必要がある。そこで、本実施例では、図8に示す処理によって、図2に示すステップS104の処理で用いられるSOC範囲を補正するようにしている。図8に示す処理は、コントローラ40によって実行される。

10

【0094】

ステップS201において、コントローラ40は、単電池11の容量低下量Ah_cを推定する。容量低下量Ah_cは、単電池11が劣化する前における満充電容量FCC_iniから、現在における満充電容量FCC_cを減算することによって求めることができる。

【0095】

容量低下量Ah_cは、単電池11の劣化前後における満充電容量を比較することによって求めることができるため、単電池11の劣化前後において、単電池11の満充電容量を算出できればよい。単電池11の満充電容量を算出する方法としては、例えば、以下に説明する方法を用いることができる。

20

【0096】

単電池11のSOCが0[%]から100[%]に変化するまでの電流値(充電電流)を検出し、この電流値を積算することにより、単電池11の満充電容量を算出することができる。なお、単電池11のSOCが100[%]から0[%]に変化するまでの電流値(放電電流)を検出し、この電流値を積算することにより、単電池11の満充電容量を算出することもできる。

【0097】

一方、単電池11のSOCを0~100[%]の間で変化させなくても、単電池11の満充電容量を算出することもできる。具体的には、下記式(2)に基づいて、単電池11の満充電容量を算出することができる。

30

【0098】

【数3】

$$FCC = \frac{\sum I}{(SOC_s - SOC_e)/100} \quad \dots(2)$$

【0099】

上記式(2)において、FCCは、単電池11の満充電容量である。Iは、単電池11を充電(又は放電)するとき、単電池11に流れる電流値であり、 $\sum I$ は、単電池11を充電(又は放電)している間の電流値の積算値(電流積算値)である。定電流で単電池11を充電(又は放電)するときには、電流積算値Iを算出しやすくなる。

40

【0100】

上記式(2)において、SOC_sは、充電(又は放電)を開始するときの単電池11のSOCであり、SOC_eは、充電(又は放電)を終了したときの単電池11のSOCである。単電池11を充電するときには、SOC_eがSOC_sよりも高くなり、単電池11を放電するときには、SOC_eがSOC_sよりも低くなる。

【0101】

上記式(2)から分かるように、単電池11の満充電容量FCCを算出するときには、SOC_sおよびSOC_eを互いに異ならせる必要がある。また、満充電容量FCCの算出精度を向上させるためには、SOC_sおよびSOC_eの差を広げることが好ましい。上記式(2)によれば、単電池11のSOCを、0~100[%]ではなく、SOC

50

__s および SOC __e の間で変化させるだけで、満充電容量 FCC を算出することができる。

【0102】

ステップ S202 において、コントローラ 40 は、ステップ S201 の処理で推定した容量低下量 Ah_c が閾値 Ah_lim よりも大きいかなかを判別する。閾値 Ah_lim は、図 2 に示すステップ S104 の処理で用いられる SOC 範囲を補正するか否かを判別するために用いられる。閾値 Ah_lim に関する情報は、メモリ 41 に記憶することができる。

【0103】

閾値 Ah_lim の値は、適宜設定することができる。ここで、満充電容量 FCC の算出誤差などを考慮して、閾値 Ah_lim を設定することができる。閾値 Ah_lim を小さくするほど、後述する SOC 範囲の補正処理が行われやすくなる。容量低下量 Ah_c が閾値 Ah_lim よりも大きいとき、コントローラ 40 は、ステップ S203 の処理を行う。一方、容量低下量 Ah_c が閾値 Ah_lim よりも小さいとき、コントローラ 40 は、図 8 に示す処理を終了する。

【0104】

ステップ S203 において、コントローラ 40 は、図 2 に示すステップ S104 の処理で用いられる SOC 範囲を補正する。具体的には、コントローラ 40 は、ステップ S201 の処理で推定した容量低下量 Ah_c の分だけ、図 7 に示す矢印 D の方向に負極電位をシフトさせる。ここで、単電池 11 が劣化する前における正極電位および負極電位は、

【0105】

そして、コントローラ 40 は、容量低下量 Ah_c だけ負極電位をシフトさせた後において、図 7 に示す満充電容量 FCC2 を算出する。また、コントローラ 40 は、満充電容量 FCC2 において、Range_soc の占める範囲を特定する。この範囲が、図 2 に示すステップ S104 の処理で用いられる SOC 範囲となる。SOC 範囲を補正した後、コントローラ 40 は、補正後の SOC 範囲に関する情報をメモリ 41 に記憶し、図 2 に示す処理を行うときには、補正後の SOC 範囲を用いる。

【0106】

図 8 に示す処理によれば、単電池 11 の劣化に応じて、言い換えれば、単電池 11 の満充電容量の低下に応じて、SOC 範囲を補正しているため、図 2 に示す処理において、過電圧の推定を精度良く行うことができる。すなわち、二相共存状態となる SOC 範囲として、単電池 11 の劣化に応じた範囲を設定することにより、通常モード又は履歴モードを用いた抵抗値（内部抵抗）の推定を精度良く行うことができる。

【0107】

SOC 範囲を補正しなければ、履歴モードに基づいて、単電池 11 の抵抗値（内部抵抗）を推定すべきところを、通常モードに基づいて、単電池 11 の抵抗値を推定してしまうおそれがある。この場合には、抵抗値の推定精度が低下してしまう。本実施例によれば、上述したように、履歴モードおよび通常モードの判別を誤って行うことを抑制でき、抵抗値の推定精度を向上させることができる。抵抗値の推定精度を向上させることができれば、単電池 11 の過電圧や SOC を推定する精度を向上させることができる。

【実施例 2】

【0108】

本発明の実施例 2 である電池システムについて説明する。本実施例において、実施例 1 で説明した部材と同一の部材については、同一の符号を用い、詳細な説明は省略する。以下、実施例 1 と異なる点について、主に説明する。

【0109】

実施例 1 で説明したように、二相共存型の正極活物質を用いた単電池 11 では、直前および現在の通電状態が放電状態に維持されるときに単電池 11 の抵抗値（内部抵抗）は、直前および現在における通電状態が充電状態から放電状態に変化するときの単電池 11 の

10

20

30

40

50

抵抗値（内部抵抗）よりも高くなる。

【0110】

このため、単電池11を放電しようとするときにおいて、直前の通電状態が放電状態であれば、単電池11の抵抗値が上昇しやすくなってしまい、単電池11の出力電力（放電電力）が低下しやすくなってしまふ。言い換えれば、単電池11の放電を効率良く行うことができなくなってしまうおそれがある。

【0111】

一方、二相共存型の正極活物質を用いた単電池11では、直前および現在の通電状態が充電状態に維持されるときに単電池11の抵抗値（内部抵抗）は、直前および現在における通電状態が放電状態から充電状態に変化するときの単電池11の抵抗値（内部抵抗）よりも高くなる。

10

【0112】

このため、単電池11を充電しようとするときにおいて、直前の通電状態が充電状態であれば、単電池11の抵抗値が上昇しやすくなってしまい、単電池11の入力電力（充電電力）が低下しやすくなってしまふ。言い換えれば、単電池11の充電を効率良く行うことができなくなってしまうおそれがある。

【0113】

そこで、本実施例では、単電池11の放電や充電を効率良く行うことができるようにしている。この処理について、図9に示すフローチャートを用いて説明する。図9に示す処理は、コントローラ40によって実行される。

20

【0114】

ステップS301において、コントローラ40は、単電池11の使用状態が放電優先であるか否かを判別する。放電優先とは、単電池11を充電することよりも、単電池11を放電させることを優先することである。図1に示す電池システムでは、組電池10の放電（出力）を優先させて、車両を走行させる場合がある。

【0115】

ここで、組電池10の放電を優先させることの設定は、ユーザの入力によって行うこともできるし、コントローラ40の制御において行うこともできる。例えば、組電池10の出力を用いて車両を走行させるために、ユーザは、組電池10の出力を優先させる設定を行うことができる。また、ユーザによるアクセルペダルの操作に応じて、組電池10の出力を優先させることができる。具体的には、アクセルペダルが操作されたとき、組電池10の出力を優先させることができる。

30

【0116】

また、組電池10の充放電を制御する上で、コントローラ40は、組電池10の出力を優先させることができる。例えば、組電池10のSOCが上昇しているときには、組電池10の過充電を抑制するために、コントローラ40は、組電池10の出力を優先させることができる。また、組電池10の出力を用いて、車両に搭載されている補機（空調設備など）を駆動する場合において、補機の消費電力が上昇するときには、コントローラ40は、組電池10の出力を優先させることができる。

【0117】

さらに、組電池10の充放電を制御する場合において、組電池10の温度が上昇したとき、コントローラ40は、組電池10の出力を制限することにより、組電池10の温度上昇を抑制することができる。ここで、組電池10の温度が低下すれば、コントローラ40は、組電池10の出力制限を解除することができる。出力制限を解除したときには、組電池10の出力を優先させることができる。

40

【0118】

このように、組電池10の出力を優先させることが設定されていれば、コントローラ40は、単電池11の使用状態が放電優先であると判別する。単電池11の使用状態が放電優先であれば、コントローラ40は、ステップS302の処理を行い、単電池11の使用状態が放電優先でなければ、コントローラ40は、ステップS306の処理を行う。ステ

50

ップS306において、コントローラ40は、単電池11の使用状態が充電優先であることを判別する。充電優先とは、単電池11を放電することよりも、単電池11を充電させることを優先することである。

【0119】

組電池10の充電を優先させることの設定は、ユーザの入力によって行うこともできるし、コントローラ40の制御において行うこともできる。例えば、回生電力を組電池10に蓄えるために、ユーザは、組電池10の入力を優先させる設定を行うことができる。また、ユーザによるアクセルペダル又はブレーキペダルの操作に応じて、組電池10の入力を優先させることができる。具体的には、アクセルペダルが操作されなくなったときや、ブレーキペダルが操作されたとき、組電池10の入力を優先させることができる。

10

【0120】

また、組電池10の充放電を制御する上で、コントローラ40は、組電池10の入力を優先させることができる。例えば、組電池10のSOCが低下しているときには、組電池10の過放電を抑制するために、コントローラ40は、組電池10の入力を優先させることができる。

【0121】

さらに、組電池10の充放電を制御する場合において、組電池10の温度が上昇したとき、コントローラ40は、組電池10の入力を制限することにより、組電池10の温度上昇を抑制することができる。ここで、組電池10の温度が低下すれば、コントローラ40は、組電池10の入力制限を解除することができる。入力制限を解除したときには、組電池10の入力を優先させることができる。

20

【0122】

ステップS302において、コントローラ40は、単電池11のSOCを推定する。ここで、SOCを推定する方法としては、実施例1で説明した方法を用いることができる。ステップS303において、コントローラ40は、ステップS302の処理で推定したSOC(推定SOC)が所定のSOC範囲に含まれているか否かを判別する。

【0123】

ここで、SOC範囲とは、図2に示すステップS104の処理で説明したSOC範囲と同じである。また、図8に示す処理によって、SOC範囲を補正したときには、ステップS302の処理において、補正後のSOC範囲が用いられる。

30

【0124】

推定SOCが所定のSOC範囲に含まれているとき、コントローラ40は、ステップS304の処理を行う。一方、推定SOCが所定のSOC範囲から外れているとき、コントローラ40は、図9に示す処理を終了する。

【0125】

ステップS304において、コントローラ40は、直前における単電池11の通電状態が放電状態であるか否かを判別する。直前の通電状態とは、実施例1で説明したとおりである。直前の通電状態が放電状態であるとき、コントローラ40は、ステップS305の処理を行う。一方、直前の通電状態が充電状態であるとき、コントローラ40は、図9に示す処理を終了する。

40

【0126】

ステップS305において、コントローラ40は、放電優先に基づいて単電池11を放電させる前に、単電池11を充電させる。すなわち、直前の通電状態が放電状態であって、単電池11を放電させようとするときには、まず、単電池11を充電させる。これにより、単電池11を放電するときには、直前の通電状態が充電状態となる。単電池11を放電させる前に、単電池11を充電しておくことにより、単電池11の放電が継続されることに伴う抵抗値(内部抵抗)の上昇を抑制することができる。

【0127】

例えば、単電池11を放電する前においては、所定レートで所定時間の間、単電池11を放電した後に、所定レートで所定時間の間、単電池11を充電することができる。ここ

50

で、単電池 11 の放電レートおよび充電レートは、同一とすることができる。また、単電池 11 の放電時間および充電時間は、同一とすることができる。さらに、単電池 11 の放電を行った後に充電を行うときには、放電および充電のそれぞれにおいて、単電池 11 の SOC を 1 [%] 以上、変化させることができる。

【0128】

放電レートおよび充電レートを同一にするとともに、放電時間および充電時間を同一とすることにより、単電池 11 の放電を行った後に充電を行う処理を行っても、単電池 11 の SOC を変化させないことができる。

【0129】

ステップ S306 の処理からステップ S307 の処理に進むとき、コントローラ 40 は、単電池 11 の SOC を推定する。ここで、SOC を推定する方法は、実施例 1 で説明した方法と同様である。ステップ S308 において、コントローラ 40 は、ステップ S307 の処理で推定した SOC (推定 SOC) が所定の SOC 範囲に含まれているか否かを判別する。

10

【0130】

所定の SOC 範囲は、ステップ S303 の処理で説明した SOC 範囲と同じである。また、図 8 に示す処理によって、SOC 範囲を補正したとき、ステップ S308 の処理では、補正後の SOC 範囲が用いられる。推定 SOC が所定の SOC 範囲に含まれているとき、コントローラ 40 は、ステップ S309 の処理を行う。一方、推定 SOC が所定の SOC 範囲から外れているとき、コントローラ 40 は、図 9 に示す処理を終了する。

20

【0131】

ステップ S309 において、コントローラ 40 は、直前における単電池 11 の通電状態が充電状態であるか否かを判別する。直前の通電状態が充電状態であるとき、コントローラ 40 は、ステップ S310 の処理を行う。一方、直前の通電状態が放電状態であるとき、コントローラ 40 は、図 9 に示す処理を終了する。

【0132】

ステップ S310 において、コントローラ 40 は、充電優先に基づいて単電池 11 を充電させる前に、単電池 11 を放電させる。すなわち、直前の通電状態が充電状態であって、単電池 11 を充電しようとするときには、まず、単電池 11 を放電させる。これにより、単電池 11 を充電するときには、直前の通電状態が放電状態となる。単電池 11 を充電する前に、単電池 11 を放電しておくことにより、単電池 11 の充電が継続されることに伴う抵抗値 (内部抵抗) の上昇を抑制することができる。

30

【0133】

例えば、単電池 11 を充電する前においては、所定レートで所定時間の間、単電池 11 を充電した後に、所定レートで所定時間の間、単電池 11 を放電することができる。ここで、単電池 11 の充電レートおよび放電レートは、同一とすることができる。また、単電池 11 の充電時間および放電時間は、同一とすることができる。さらに、単電池 11 の充電を行った後に放電を行うときには、充電および放電のそれぞれにおいて、単電池 11 の SOC を 1 [%] 以上、変化させることができる。

【0134】

充電レートおよび放電レートを同一にするとともに、充電時間および放電時間を同一とすることにより、単電池 11 の充電を行った後に放電を行う処理を行っても、単電池 11 の SOC を変化させないことができる。

40

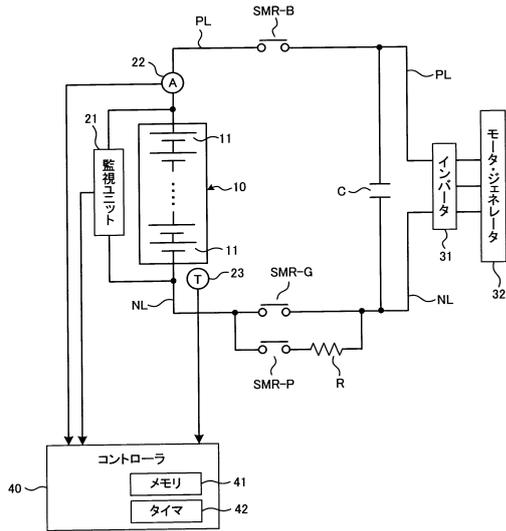
【符号の説明】

【0135】

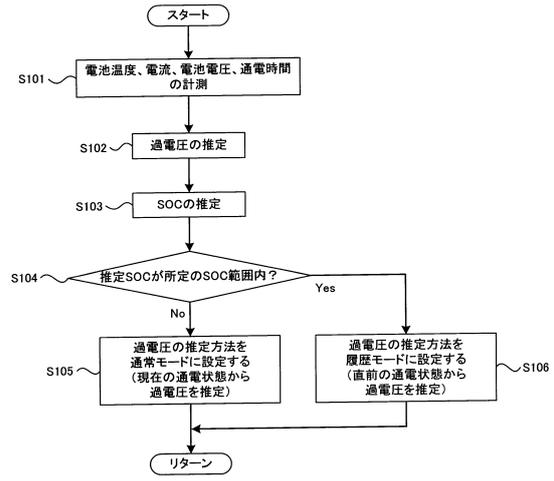
10 : 組電池、11 : 単電池、21 : 監視ユニット (電圧センサ)、22 : 電流センサ、
23 : 温度センサ、31 : インバータ、32 : モータ・ジェネレータ、
40 : コントローラ、41 : メモリ、42 : タイマ、PL : 正極ライン、
NL : 負極ライン、SMR - B, SMR - G, SMR - P : システムメインリレー、
R : 電流制限抵抗、C : コンデンサ

50

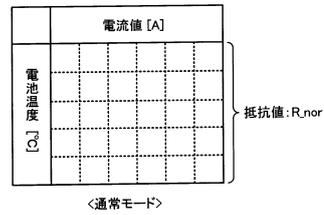
【図1】



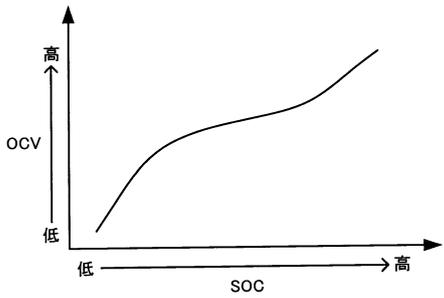
【図2】



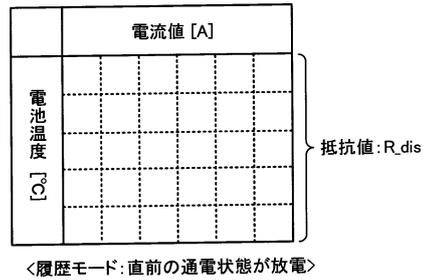
【図3】



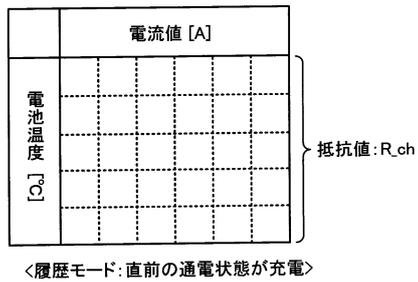
【図4】



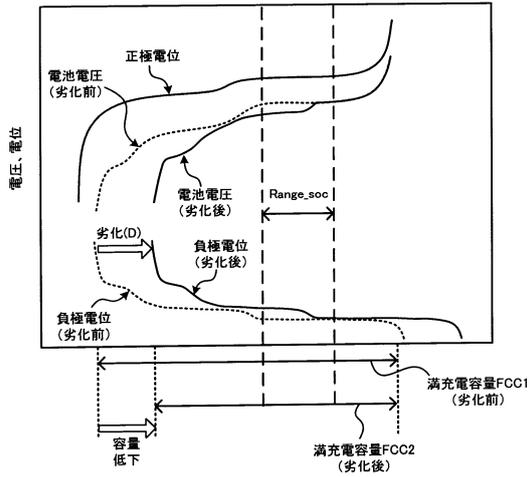
【図6】



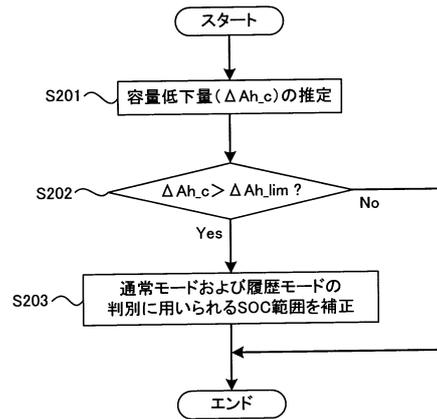
【図5】



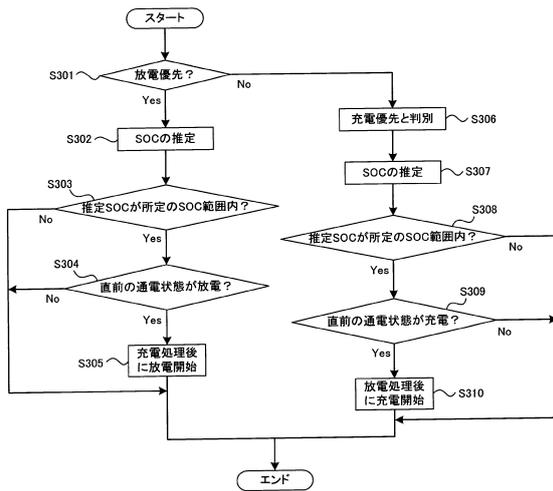
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	H 0 2 J	7/00	X
	H 0 2 J	7/00	Y

審査官 田中 慎太郎

(56)参考文献 特開2012-079582(JP,A)
特開2011-097729(JP,A)
特開2011-033453(JP,A)
特開2010-257984(JP,A)
特開2010-249770(JP,A)
特開2009-176575(JP,A)
特開2008-089447(JP,A)
特開2002-352862(JP,A)
国際公開第2011/007805(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 M	1 0 / 4 8
G 0 1 R	3 1 / 3 6
H 0 1 M	4 / 5 0 5
H 0 1 M	4 / 5 2 5
H 0 2 J	7 / 0 0