

(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2016-91978

(P2016-91978A)

(43) 公開日 平成28年5月23日(2016.5.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 10/44 (2006.01)	HO 1 M 10/44 P	2 G 0 1 6
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M 10/48 P	2 G 0 3 5
GO 1 R 19/165 (2006.01)	HO 1 M 10/48 3 O 1	5 G 5 0 3
GO 1 R 31/36 (2006.01)	GO 1 R 19/165 M	5 H 0 3 0
HO 2 J 7/00 (2006.01)	GO 1 R 31/36 A	
審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2014-229224 (P2014-229224)
 (22) 出願日 平成26年11月11日(2014.11.11)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100087398
 弁理士 水野 勝文
 (74) 代理人 100128783
 弁理士 井出 真
 (74) 代理人 100128473
 弁理士 須澤 洋
 (72) 発明者 寺島 大樹
 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

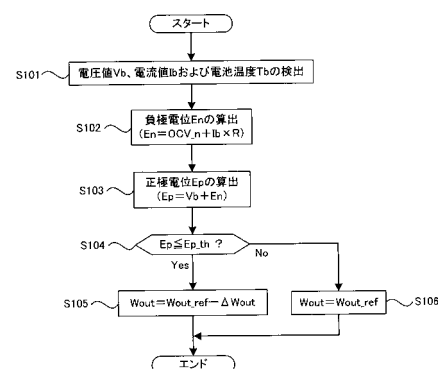
(54) 【発明の名称】 電池システム

(57) 【要約】

【課題】 アルカリ二次電池の正極電位は、SOCやメモリ効果の影響を受けるため、正極電位を推定することは困難である。

【解決手段】 所定のSOCの範囲内で一定である負極開放電位と、温度から特定されるアルカリ二次電池の負極の抵抗値と、電流値とに基づいて、アルカリ二次電池の負極電位を算出し、負極電位および電圧値に基づいて、アルカリ二次電池の正極電位を算出する。正極電位が閾値以下であるとき、上限電力値を基準電力値よりも低下させる。負極電位を算出した上で、負極電位および電圧値に基づいて正極電位を算出することにより、アルカリ二次電池にメモリ効果が発生しているときでも、メモリ効果の影響を受けた正極電位を把握することができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定のSOCの範囲内で負極開放電位が一定であるアルカリ二次電池と、
前記アルカリ二次電池の温度を検出する温度センサと、
前記アルカリ二次電池の電流値を検出する電流センサと、
前記アルカリ二次電池の電圧値を検出する電圧センサと、
前記アルカリ二次電池の放電を許容する上限電力値を設定するコントローラと、を有し

、
前記コントローラは、

前記負極開放電位と、前記温度から特定される前記アルカリ二次電池の負極の抵抗値と

10

、前記電流値とに基づいて、前記アルカリ二次電池の負極電位を算出し、

前記負極電位および前記電圧値に基づいて、前記アルカリ二次電池の正極電位を算出し

、
前記正極電位が閾値以下であるとき、前記上限電力値を基準電力値よりも低下させる、
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、

前記正極電位および前記電流値に基づいて、前記アルカリ二次電池の正極の劣化を規定
するダメージ量を算出するとともに、前記ダメージ量を積算したダメージ積算量を算出し

20

、
前記ダメージ積算量が増加するほど、前記閾値が低下するように、前記ダメージ積算量
に応じて前記閾値を変更し、

前記正極電位が前記ダメージ積算量に応じた前記閾値以下であるとき、前記上限電力値
を前記基準電力値よりも低下させる、

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】

前記閾値は、予め設定された第 1 閾値と、前記ダメージ積算量に応じた第 2 閾値とを含
み、

前記コントローラは、

前記アルカリ二次電池を負荷と接続してから、前記アルカリ二次電池および前記負荷の
接続を遮断するまでの間において、

30

前記正極電位が前記第 2 閾値以下となるまで、前記上限電力値を前記基準電力値に設定
し、

前記正極電位が前記第 2 閾値以下であるとき、前記上限電力値を前記基準電力値よりも
低下させ、

前記上限電力値を前記基準電力値よりも低下させた後、前記正極電位が前記第 1 閾値以
下であるとき、前記上限電力値を前記基準電力値よりも低下させる、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の電池システム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、アルカリ二次電池の正極電位に基づいて、アルカリ二次電池の放電を制御す
る電池システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 では、参照電極を用いて正極電位を測定し、この正極電位が閾値電位よりも
低いとき、単電池の出力（放電）を許容することができる上限電力を低下させることによ
り、正極における副反応（正極の構造や結晶性の変化）の発生を抑制している。また、特
許文献 1 には、電池モデル式を用いることにより、正極電位を推定することが記載されて

50

いる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2013/105140号パンフレット(段落[0049]～[0053]、図4等)

【特許文献2】特開2013-171691号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

特許文献1のように、参照電極を用いれば、正極電位を測定することができるが、参照電極を省略したときには、正極電位を測定することができない。

【0005】

一方、特許文献1に記載されているように、電池モデル式を用いれば、参照電極を用いずに、正極電位を推定することができる。ここで、アルカリ二次電池ではメモリ効果が発生し、アルカリ二次電池の正極電位は、二次電池のSOC(State of Charge)やメモリ効果に依存する。すなわち、アルカリ二次電池のSOCが同じであっても、メモリ効果によって、アルカリ二次電池の電圧値や正極電位が変化してしまう。

【0006】

特許文献1に記載の電池モデル式では、アルカリ二次電池のメモリ効果を考慮していないため、アルカリ二次電池の正極電位を推定する上では、改善の余地がある。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の電池システムは、所定のSOCの範囲内で負極開放電位が一定であるアルカリ二次電池と、アルカリ二次電池の温度を検出する温度センサと、アルカリ二次電池の電流値を検出する電流センサと、アルカリ二次電池の電圧値を検出する電圧センサと、アルカリ二次電池の放電を許容する上限電力値を設定するコントローラと、を有する。コントローラは、負極開放電位と、温度から特定されるアルカリ二次電池の負極の抵抗値と、電流値とに基づいて、アルカリ二次電池の負極電位を算出し、負極電位および電圧値に基づいて、アルカリ二次電池の正極電位を算出する。そして、コントローラは、正極電位が閾値以下であるとき、上限電力値を基準電力値よりも低下させる。

30

【0008】

本発明によれば、負極電位を算出した上で、負極電位および電圧値に基づいて、正極電位を算出している。電圧値および正極電位がメモリ効果の影響を受けるため、電圧値および負極電位から正極電位を算出すれば、メモリ効果の影響を受けた正極電位を把握することができる。

【0009】

ここで、アルカリ二次電池の分極が発生しにくいとき、分極に伴う負極電位の変化が発生しにくいため、負極開放電位、電流値および負極の抵抗値に基づいて、負極電位を算出することができる。ここで、負極開放電位は、アルカリ二次電池のSOCに関わらず一定であるため、アルカリ二次電池のSOCを考慮せずに、負極電位を算出できる。

40

【0010】

正極電位が閾値以下であるとき、上限電力値を基準電力値よりも低下させることにより、アルカリ二次電池の放電を制限しやすくし、アルカリ二次電池の正極の劣化を抑制することができる。正極の劣化としては、例えば、正極に含まれる導電材の溶出があり、閾値は、正極の劣化を考慮して設定される。

【0011】

コントローラは、正極電位および電流値に基づいて、アルカリ二次電池の正極の劣化を規定するダメージ量を算出するとともに、ダメージ量を積算したダメージ積算量を算出する。そして、コントローラは、ダメージ積算量が増加するほど、閾値が低下するように、

50

ダメージ積算量に応じて閾値を変更する。正極電位がダメージ積算量に応じた閾値以下であるとき、コントローラは、上限電力値を基準電力値よりも低下させることができる。ここで、正極電位がダメージ積算量に応じた閾値以下となるまでは、上限電力値が基準電力値に維持される。

【 0 0 1 2 】

正極電位がダメージ積算量に応じた閾値以下であるとき、上限電力値を基準電力値よりも低下させることにより、アルカリ二次電池の放電を制限しやすくし、アルカリ二次電池の正極の劣化を抑制することができる。また、ダメージ積算量が増加したとき、正極の劣化が進行しており、アルカリ二次電池の出力が不十分となるおそれがある。そこで、正極電位がダメージ積算量に応じた閾値以下となるまで、上限電力値を基準電力値に維持することにより、アルカリ二次電池の出力を確保しやすくなる。

10

【 0 0 1 3 】

閾値は、予め設定された第 1 閾値と、ダメージ積算量に応じた第 2 閾値とを含む。ここで、アルカリ二次電池を負荷と接続してから、アルカリ二次電池および負荷の接続を遮断するまでの間において、コントローラは、正極電位が第 2 閾値以下となるまで、上限電力値を基準電力値に設定し、正極電位が第 2 閾値以下であるとき、上限電力値を基準電力値よりも低下させる。このように、上限電力値を基準電力値よりも低下させた後、コントローラは、正極電位が第 1 閾値以下であるとき、上限電力値を基準電力値よりも低下させる。

【 0 0 1 4 】

20

正極電位が第 2 閾値以下となるまで、上限電力値を基準電力値に設定することにより、上述したように、アルカリ二次電池の出力を確保しやすくなる。また、正極電位が第 2 閾値以下であるとき、上限電力値を基準電力値よりも低下させることにより、上述したように、アルカリ二次電池の正極の劣化を抑制することができる。さらに、上限電力値を基準電力値よりも低下させた後では、正極電位が第 1 閾値以下であるとき、上限電力値を基準電力値よりも低下させることにより、正極の劣化の抑制を優先させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 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、放電電力許容値を設定する処理を示すフローチャートである

30

【 図 3 】 二次電池の SOC および負極開放電位の関係を示す図である。

【 図 4 】 二次電池を放電したときにおいて、負極電位の変化を示す図である。

【 図 5 】 二次電池を放電したときにおいて、負極電位の変化を示す図である。

【 図 6 】 正極活物質層における導電材の溶出を説明する図である。

【 図 7 】 放電時の基準電力値および電池温度の対応関係を示す図である。

【 図 8 】 放電時の基準電力値および SOC の対応関係を示す図である。

【 図 9 】 実施例 2 において、放電電力許容値を設定する処理を示すフローチャートである

【 図 1 0 】 正極電位およびダメージ量の対応関係を示す図である。

40

【 図 1 1 】 ダメージ積算量および閾値の対応関係を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の実施例について説明する。

【 実施例 1 】

【 0 0 1 7 】

実施例 1 である電池システムについて、図 1 を用いて説明する。二次電池 1 0 は、正極ライン PL および負極ライン NL を介して負荷 2 0 に接続されている。二次電池 1 0 としては、ニッケル水素電池といったアルカリ二次電池が用いられる。アルカリ二次電池では、メモリ効果が発生することが知られている。

50

【 0 0 1 8 】

二次電池 1 0 は、正極板と、負極板と、正極板および負極板の間に配置されたセパレータとを有する。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し、正極活物質層は、正極活物質や導電材を含んでいる。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し、負極活物質層は、負極活物質や導電材を含んでいる。正極活物質層、負極活物質層およびセパレータには、電解液が染み込んでいる。

【 0 0 1 9 】

正極ライン P L には、システムメインリレー S M R - B が設けられ、負極ライン N L には、システムメインリレー S M R - G が設けられている。システムメインリレー S M R - B , S M R - G は、コントローラ 4 0 からの制御信号を受けて、オンおよびオフの間で切り替わる。

10

【 0 0 2 0 】

負荷 2 0 は、二次電池 1 0 の放電電力を受けて動作したり、二次電池 1 0 に電力（充電電力）を供給したりする。本実施例の電池システムを車両に搭載したとき、負荷 2 0 としては、モータ・ジェネレータを用いることができる。モータ・ジェネレータは、二次電池 1 0 の放電電力を受けて、車両を走行させるための運動エネルギーを生成する。また、モータ・ジェネレータは、車両の制動時に発生する運動エネルギーを電力に変換し、この電力（回生電力）を二次電池 1 0 に出力することができる。

【 0 0 2 1 】

なお、二次電池 1 0 を車両に搭載するときには、複数の二次電池 1 0 を直列に接続することによって構成された組電池を車両に搭載することができる。ここで、組電池には、並列に接続された複数の二次電池 1 0 が含まれていてもよい。組電池は、直列に接続された複数の電池ブロックによって構成されることがある。ここで、各電池ブロックは、直列に接続された複数の二次電池（単電池） 1 0 によって構成される。

20

【 0 0 2 2 】

電圧センサ 3 1 は、二次電池 1 0 の電圧値 V_b を検出し、検出結果をコントローラ 4 0 に出力する。上述した組電池を用いるとき、電圧センサ 3 1 は、上述した電池ブロックの電圧値を検出することがある。この場合には、電池ブロックの電圧値を、電池ブロックを構成する二次電池 1 0 の数で除算することにより、二次電池 1 0 の電圧値を算出することができる。

30

【 0 0 2 3 】

電流センサ 3 2 は、二次電池 1 0 の電流値 I_b を検出し、検出結果をコントローラ 4 0 に出力する。本実施例において、二次電池 1 0 を放電しているときの電流値 I_b を正の値とし、二次電池 1 0 を充電しているときの電流値 I_b を負の値とする。温度センサ 3 3 は、二次電池 1 0 の温度（電池温度という） T_b を検出し、検出結果をコントローラ 4 0 に出力する。コントローラ 4 0 はメモリ 4 1 を有しており、メモリ 4 1 には所定の情報が記憶されている。

【 0 0 2 4 】

次に、本実施例の電池システムにおいて、放電電力許容値 W_{out} を設定する処理について、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、システムメインリレー S M R - B , S M R - G をオンにしたとき、所定の周期で実行される。

40

【 0 0 2 5 】

放電電力許容値 W_{out} とは、二次電池 1 0 の放電を許容する上限の電力値である。二次電池 1 0 を放電するとき、コントローラ 4 0 は、二次電池 1 0 の放電電力値が放電電力許容値 W_{out} よりも高くないように、二次電池 1 0 の放電を制御する。これにより、放電電力許容値 W_{out} 以下の範囲内において、二次電池 1 0 の放電電力値が変化する。

【 0 0 2 6 】

ステップ S 1 0 1 において、コントローラ 4 0 は、電圧センサ 3 1 、電流センサ 3 2 および温度センサ 3 3 を用いて、電圧値 V_b 、電流値 I_b および電池温度 T_b を検出する。

50

ステップ S 1 0 2 において、コントローラ 4 0 は、二次電池 1 0 の負極電位 E_n を算出する。具体的には、コントローラ 4 0 は、下記式 (1) に基づいて、負極電位 E_n を算出する。

【 0 0 2 7 】

【 数 1 】

$$E_n = OCV_n + I_b \times R \quad \dots(1)$$

【 0 0 2 8 】

上記式 (1) において、 OCV_n は負極の開放電位を示し、 R は負極の抵抗値を示す。開放電位 OCV_n は、二次電池 1 0 における所定の SOC の範囲内において一定であり、言い換えれば、二次電池 1 0 の SOC に関わらず一定である。所定の SOC の範囲とは、二次電池 1 0 の充放電を制御するときに、二次電池 1 0 の SOC が取り得る範囲である。このため、開放電位 OCV_n は、予め求めておくことができる。

10

【 0 0 2 9 】

抵抗値 R は、電池温度 T_b に依存するため、抵抗値 R および電池温度 T_b の対応関係 (マップ又は演算式) を予め求めておくことができる。この対応関係を用いれば、電池温度 T_b を検出することにより、この電池温度 T_b に対応した抵抗値 R を特定することができる。

【 0 0 3 0 】

開放電位 OCV_n や、抵抗値 R および電池温度 T_b の対応関係は、メモリ 4 1 に記憶しておくことができる。予め求められた開放電位 OCV_n と、ステップ S 1 0 1 の処理で検出された電池温度 T_b に対応する抵抗値 R と、ステップ S 1 0 1 の処理で検出された電流値 I_b とを上記式 (1) に代入すれば、負極電位 E_n を算出することができる。

20

【 0 0 3 1 】

図 3 に示すように、負極の開放電位 OCV_n は、0 [V] よりも低く、二次電池 1 0 の SOC に関わらず一定である。図 3 において、横軸は二次電池 1 0 の SOC であり、縦軸は負極電位 E_n である。

【 0 0 3 2 】

二次電池 1 0 を放電したとき、負極電位 E_n は、図 4 に示すように、開放電位 OCV_n よりも高くなる。図 4 において、横軸は時間であり、縦軸は負極電位 E_n である。ここで、放電中の負極電位 E_n および開放電位 OCV_n の差が、二次電池 1 0 の通電に伴う負極電位 E_n の変化量であり、電流値 I_b および抵抗値 R を乗算した値となる。このため、上記式 (1) に示すように、開放電位 OCV_n 、電流値 I_b および抵抗値 R に基づいて、負極電位 E_n を算出することができる。

30

【 0 0 3 3 】

電池温度 T_b が高いほど、負極電位 E_n は、図 4 に示す挙動を示しやすくなる。具体的には、二次電池 1 0 を放電したとき、電池温度 T_b が所定温度 T_{b_th} 以上であるときには、分極が発生せず、負極電位 E_n は、図 4 に示すように、放電時間に関わらず、一定の電位を示す。

【 0 0 3 4 】

一方、電池温度 T_b が所定温度 T_{b_th} よりも低いとき、分極が発生しやすくなり、負極電位 E_n は、図 5 に示すように、放電時間に応じて変化しやすくなる。図 5 において、横軸は時間であり、縦軸は負極電位 E_n である。図 5 に示すように負極電位 E_n が変化すると、負極電位 E_n を特定しにくくなる。

40

【 0 0 3 5 】

通常、二次電池 1 0 を負荷 2 0 と接続して、二次電池 1 0 の充放電を行うときには、通電に伴う二次電池 1 0 の発熱によって、電池温度 T_b は、所定温度 T_{b_th} 以上となりやすい。そこで、二次電池 1 0 の充放電を行っているときには、分極が発生しにくくなり、負極電位 E_n は、放電時間に関わらず、一定の電位を示しやすくなる。したがって、上記式 (1) に基づいて、負極電位 E_n を算出することができる。

【 0 0 3 6 】

50

ステップ S 1 0 3 において、コントローラ 4 0 は、二次電池 1 0 の正極電位 E_p を算出する。具体的には、コントローラ 4 0 は、下記式 (2) に基づいて、正極電位 E_p を算出する。電圧値 V_b は、正極電位 E_p および負極電位 E_n の差になるため、下記式 (2) が導き出せる。

【 0 0 3 7 】

【 数 2 】

$$E_p = V_b + E_n \quad \dots(2)$$

【 0 0 3 8 】

上記式 (2) において、電圧値 V_b としては、ステップ S 1 0 1 の処理で検出された電圧値 V_b が用いられ、負極電位 E_n としては、ステップ S 1 0 2 の処理で算出された負極電位 E_n が用いられる。

10

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 0 4 において、コントローラ 4 0 は、ステップ S 1 0 3 の処理で算出された正極電位 E_p が閾値 (正極電位) E_{p_th} 以下であるか否かを判別する。閾値 E_{p_th} は、二次電池 1 0 の正極板が劣化するときの電位を考慮して予め設定された固定値であり、0 [V] よりも大きい電位である。正極板の劣化としては、例えば、正極活物質層の導電材が電解液中に溶出することが挙げられる。

【 0 0 4 0 】

図 6 に示すように、正極板 1 1 の集電板 1 1 1 の表面には、正極活物質 1 1 2 a および導電材 1 1 2 b からなる正極活物質層 1 1 2 が形成されており、正極活物質 1 1 2 a の表面は、導電材 1 1 2 b によって覆われている。正極電位 E_p が閾値 E_{p_th} 以下であるとき、導電材 1 1 2 b が電解液中に溶出して、溶出物 1 1 2 c が発生する。溶出物 1 1 2 c が発生すると、溶出物 1 1 2 c は、導電材 1 1 2 b に戻ることができない。このため、溶出物 1 1 2 c の量が増加するほど、導電材 1 1 2 b の量が減少し、正極板 1 1 の導電性が低下してしまう。正極板 1 1 の導電性が低下すれば、二次電池 1 0 の出力性能が低下してしまう。

20

【 0 0 4 1 】

図 2 に示すステップ S 1 0 4 の処理において、正極電位 E_p が閾値 E_{p_th} 以下であるとき、コントローラ 4 0 は、ステップ S 1 0 5 において、放電電力許容値 W_{out} を基準電力値 W_{out_ref} よりも低い値に設定する。基準電力値 W_{out_ref} については、後述する。ここで、設定される放電電力許容値 W_{out} と、基準電力値 W_{out_ref} との差は、 ΔW_{out} となる。

30

【 0 0 4 2 】

差 ΔW_{out} は、予め定めた固定値であってもよいし、正極電位 E_p および閾値 E_{p_th} の差に応じて変更してもよい。正極電位 E_p および閾値 E_{p_th} の差に応じて、差 ΔW_{out} を変更するとき、正極電位 E_p および閾値 E_{p_th} の差が大きいほど、差 ΔW_{out} を大きくすることができる。言い換えれば、正極電位 E_p および閾値 E_{p_th} の差が小さいほど、差 ΔW_{out} を小さくすることができる。

【 0 0 4 3 】

ここで、正極電位 E_p および閾値 E_{p_th} の差に応じて、差 ΔW_{out} を段階的又は連続的に変更することができる。差 ΔW_{out} を段階的に変更することには、正極電位 E_p および閾値 E_{p_th} の差が変化しても、差 ΔW_{out} が変更されないことが含まれる。差 ΔW_{out} を連続的に変更するときには、正極電位 E_p および閾値 E_{p_th} の差が変化すれば、差 ΔW_{out} が常に変更される。

40

【 0 0 4 4 】

図 2 に示すステップ S 1 0 4 の処理において、正極電位 E_p が閾値 E_{p_th} よりも高いとき、コントローラ 4 0 は、ステップ S 1 0 6 において、放電電力許容値 W_{out} を基準電力値 W_{out_ref} に設定する。

【 0 0 4 5 】

基準電力値 W_{out_ref} は、電池温度 T_b および二次電池 1 0 の SOC の少なくとも

50

も一方に基づいて設定される。以下、具体的に説明する。

【0046】

図7には、基準電力値 W_{out_ref} および電池温度 T_b の対応関係を示す。図7に示すように、基準電力値 W_{out_ref} および電池温度 T_b の対応関係（マップ又は演算式）を予め求めておけば、電池温度 T_b を検出することにより、この電池温度 T_b に対応する基準電力値 W_{out_ref} を設定することができる。基準電力値 W_{out_ref} および電池温度 T_b の対応関係は、メモリ41に記憶しておくことができる。

【0047】

図7において、電池温度 T_b が第1所定温度 T_{b_th1} 以上であって、第2所定温度 T_{b_th2} 以下であるとき、基準電力値 W_{out_ref} は所定値（一定値）となる。すなわち、電池温度 T_b が第1所定温度 T_{b_th1} 以上であって、第2所定温度 T_{b_th2} 以下であるときには、電池温度 T_b に関わらず、基準電力値 W_{out_ref} は所定値となる。なお、第2所定温度 T_{b_th2} は、第1所定温度 T_{b_th1} よりも高い。

10

【0048】

一方、電池温度 T_b が第1所定温度 T_{b_th1} よりも低いとき、電池温度 T_b が低いほど、基準電力値 W_{out_ref} が低下する。また、電池温度 T_b が第2所定温度 T_{b_th2} よりも高いとき、電池温度 T_b が高いほど、基準電力値 W_{out_ref} が低下する。電池温度 T_b によっては、基準電力値 W_{out_ref} が0[kW]に設定されることがあり、このときには、二次電池10の放電が行われない。

20

【0049】

図8には、基準電力値 W_{out_ref} および二次電池10のSOCの対応関係を示す。図8に示すように、基準電力値 W_{out_ref} および二次電池10のSOCの対応関係（マップ又は演算式）を予め求めておけば、二次電池10のSOCを算出することにより、このSOCに対応する基準電力値 W_{out_ref} を設定することができる。基準電力値 W_{out_ref} および二次電池10のSOCの対応関係は、メモリ41に記憶しておくことができる。二次電池10のSOCは、公知のように、電流値 I_b や電圧値 V_b に基づいて算出することができる。

【0050】

図8において、二次電池10のSOCが閾値 SOC_{th} 以上であるときには、SOCに関わらず、基準電力値 W_{out_ref} は所定値となる。一方、二次電池10のSOCが閾値 SOC_{th} よりも低いとき、SOCが低いほど、基準電力値 W_{out_ref} が低下する。ここで、二次電池10のSOCによっては、基準電力値 W_{out_ref} が0[kW]に設定されることがあり、このときには、二次電池10の放電が行われない。

30

【0051】

電池温度 T_b および二次電池10のSOCに基づいて、基準電力値 W_{out_ref} を設定するときには、電池温度 T_b 、SOCおよび基準電力値 W_{out_ref} の対応関係（マップ又は演算式）を求めておけばよい。これにより、電池温度 T_b を検出し、二次電池10のSOCを算出することにより、電池温度 T_b およびSOCに対応した基準電力値 W_{out_ref} を設定することができる。

40

【0052】

本実施例の作用および効果について説明する。

【0053】

本実施例によれば、正極電位 E_p が閾値 E_{p_th} 以下であるときには、放電電力許容値 W_{out} を基準電力値 W_{out_ref} よりも低下させて、二次電池10の放電を制限しやすくすることにより、二次電池10の充電を優先させている。二次電池10を充電すれば、正極電位 E_p を上昇させることができ、正極電位 E_p を閾値 E_{p_th} よりも高い電位まで変化させることができる。

【0054】

正極電位 E_p が閾値 E_{p_th} 以下のままであると、図6を用いて説明したように、正

50

極活物質層 112 の導電材 112b が電解液中に溶出し続けてしまうが、正極電位 E_p を閾値 E_{p_th} よりも高い電位まで上昇させることにより、導電材 112b の溶出を抑制することができる。これにより、導電材 112b の溶出によって、二次電池 10 の出力性能が低下することを抑制できる。

【0055】

本実施例のように、正極電位 E_p に基づいて放電電力許容値 W_{out} を設定するとき、正極電位 E_p を直接算出することも考えられる。しかし、正極電位 E_p は、二次電池 10 の SOC やメモリ効果に応じて変化する。そして、二次電池 10 の SOC が同じであっても、メモリ効果の発生状態に応じて、正極電位 E_p が変化してしまう。メモリ効果の発生状態を把握することは困難であるため、正極電位 E_p を直接算出することは困難である。

10

【0056】

本実施例では、正極電位 E_p を算出する前に、負極電位 E_n を算出している。ここで、本実施例では、二次電池 10 の SOC に関わらず、負極の開放電位 OCV_n が一定であることに着目している。また、二次電池 10 を放電したとき、放電時間に関わらず、負極電位 E_n が変化せず、負極電位 E_n が分極の影響を受けないことに着目している。これらに着目することにより、上記式 (1) に基づいて、負極電位 E_n を算出することができる。

【0057】

負極電位 E_n を算出すれば、上記式 (2) に示すように、電圧値 V_b および負極電位 E_n に基づいて、正極電位 E_p を算出することができる。ここで、電圧値 V_b および正極電位 E_p がメモリ効果の影響を受けるため、電圧値 V_b および負極電位 E_n から正極電位 E_p を算出すれば、メモリ効果の影響を受けた正極電位 E_p を把握することができる。

20

【実施例 2】

【0058】

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 で説明した構成要素と同じ構成要素については、同一の符号を用い、詳細な説明は省略する。

【0059】

実施例 1 では、正極電位 E_p が閾値 (固定値) E_{p_th} 以下であるとき、放電電力許容値 W_{out} を基準電力値 W_{out_ref} よりも低下させている。本実施例では、二次電池 10 を負荷 20 と接続してから、二次電池 10 および負荷 20 の接続を遮断するまでの間において、放電電力許容値 W_{out} を基準電力値 W_{out_ref} よりも低下させる処理を初回に行うときの閾値 E_{p_th} (閾値 $E_{p_th_ini}$ という) を変更するようにしている。ここで、閾値 E_{p_th} は、本発明における第 1 閾値に相当し、閾値 $E_{p_th_ini}$ は、本発明における第 2 閾値に相当する。

30

【0060】

本実施例では、正極板 11 の劣化状態 (例えば、導電材 112b の溶出状態) をダメージ量 D として規定し、ダメージ量 D を積算した量 (ダメージ積算量 ΣD という) に基づいて、閾値 $E_{p_th_ini}$ を変更している。ダメージ積算量 ΣD は、二次電池 10 を初めて充放電したときから現在までのダメージ量 D を積算した量である。

40

【0061】

ダメージ積算量 ΣD がゼロであれば、閾値 $E_{p_th_ini}$ は、閾値 (固定値) E_{p_th} と等しくなる。一方、ダメージ積算量 ΣD がゼロよりも多ければ、閾値 $E_{p_th_ini}$ は、閾値 (固定値) E_{p_th} よりも低くなる。ここで、ダメージ積算量 ΣD が多いほど、閾値 $E_{p_th_ini}$ および閾値 (固定値) E_{p_th} の差が広がる。

【0062】

本実施例において、放電電力許容値 W_{out} を設定する処理について、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、システムメインリレー $SMR-B$, $SMR-G$ をオンにしたとき、所定の周期で実行される。図 9 において、図 2 で説明した処理と同じ処理については、同一の符号を用い、詳細な説明は省略する。

50

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 0 3 の処理によって正極電位 E_p を算出した後、ステップ S 1 0 7 において、コントローラ 4 0 は、放電制限フラグが設定されているか否かを判別する。放電制限フラグの設定内容は、メモリ 4 1 に記憶される。

【 0 0 6 4 】

ここで、二次電池 1 0 および負荷 2 0 の接続を遮断するたびに、言い換えれば、システムメインリレー S M R - B , S M R - G をオフにするたびに、コントローラ 4 0 は、放電制限フラグの設定を解除する。このため、二次電池 1 0 および負荷 2 0 を接続したとき、言い換えれば、システムメインリレー S M R - B , S M R - G をオンにしたとき、放電制限フラグの設定は解除されている。そして、後述するように、二次電池 1 0 および負荷 2 0 を接続し、放電電力許容値 W_{out} を基準電力値 W_{out_ref} よりも低下させるまでは、放電制限フラグの設定が解除されたままとなる。

10

【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 0 7 の処理において、放電制限フラグが設定されていないとき、ステップ S 1 0 8 において、コントローラ 4 0 は、ステップ S 1 0 3 の処理で算出された正極電位 E_p と、ステップ S 1 0 1 の処理で検出した電流値 I_b とに基づいて、ダメージ量 D を算出する。具体的には、図 1 0 に示すように、ダメージ量 D が算出される。図 1 0 において、横軸は正極電位 E_p であり、縦軸はダメージ量 D である。

【 0 0 6 6 】

正極電位 E_p が閾値（固定値） E_{p_th} よりも高いとき、ダメージ量 D はゼロとなる。また、二次電池 1 0 を充電しているときや、二次電池 1 0 の充放電を行っていないとき、ダメージ量 D はゼロとなる。

20

【 0 0 6 7 】

一方、二次電池 1 0 を放電しているとき、正極電位 E_p が閾値（固定値） E_{p_th} 以下であるときには、ダメージ量 D がゼロよりも多くなる。ここで、正極電位 E_p が閾値（固定値） E_{p_th} よりも低いほど、ダメージ量 D が多くなり、正極電位 E_p が閾値（固定値） E_{p_th} に近づくほど、ダメージ量 D が少なくなる。また、二次電池 1 0 を放電しているときの電流値 I_b が大きいほど、ダメージ量 D が多くなり、二次電池 1 0 を放電しているときの電流値 I_b が小さいほど、ダメージ量 D が少なくなる。

【 0 0 6 8 】

30

ステップ S 1 0 9 において、コントローラ 4 0 は、ステップ S 1 0 8 の処理で算出されたダメージ量 D に基づいて、今回のダメージ積算量 ΣD を算出する。具体的には、コントローラ 4 0 は、前回までに算出されたダメージ積算量 ΣD に対して、ステップ S 1 0 8 の処理で今回算出されたダメージ量 D を加算することにより、今回のダメージ積算量 ΣD を算出する。また、コントローラ 4 0 は、今回のダメージ積算量 ΣD をメモリ 4 1 に記憶する。メモリ 4 1 に記憶されたダメージ積算量 ΣD は、次のダメージ積算量 ΣD を算出するときに用いられる。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 1 0 において、コントローラ 4 0 は、ステップ S 1 0 9 の処理で算出されたダメージ積算量 ΣD に対応する閾値 $E_{p_th_ini}$ を設定する。具体的には、図 1 1 に示すように、ダメージ積算量 ΣD および閾値 $E_{p_th_ini}$ の対応関係（マップ又は演算式）を予め求めておけば、ダメージ積算量 ΣD に対応した閾値 $E_{p_th_ini}$ を設定できる。図 1 1 に示すように、ダメージ積算量 ΣD が多いほど、閾値 $E_{p_th_ini}$ は、閾値（固定値） E_{p_th} よりも低くなる。言い換えれば、ダメージ積算量 ΣD がゼロに近づくほど、閾値 $E_{p_th_ini}$ は、閾値（固定値） E_{p_th} に近づく。そして、ダメージ積算量 ΣD がゼロであるとき、閾値 $E_{p_th_ini}$ は、閾値（固定値） E_{p_th} と等しくなる。

40

【 0 0 7 0 】

ステップ S 1 1 1 において、コントローラ 4 0 は、ステップ S 1 0 3 の処理で算出した正極電位 E_p が、ステップ S 1 1 0 の処理で設定した閾値 $E_{p_th_ini}$ 以下である

50

か否かを判別する。正極電位 E_p が閾値 $E_{p_th_ini}$ よりも高いとき、コントローラ 40 は、ステップ S 106 の処理を行う。

【0071】

一方、ステップ S 111 の処理において、正極電位 E_p が閾値 $E_{p_th_ini}$ 以下であるとき、ステップ S 112 において、コントローラ 40 は、放電電力許容値 W_{out} を基準電力値 W_{out_ref} よりも低下させる。ステップ S 112 の処理は、図 2 で説明したステップ S 105 の処理と同じである。

【0072】

ステップ S 112 の処理において、差 ΔW_{out} は、予め定めた固定値であってもよいし、正極電位 E_p および閾値 $E_{p_th_ini}$ の差に応じて変更してもよい。正極電位 E_p および閾値 $E_{p_th_ini}$ の差に応じて、差 ΔW_{out} を変更するとき、正極電位 E_p および閾値 $E_{p_th_ini}$ の差が大きいほど、差 ΔW_{out} を大きくすることができる。言い換えれば、正極電位 E_p および閾値 $E_{p_th_ini}$ の差が小さいほど、差 ΔW_{out} を小さくすることができる。

【0073】

ステップ S 112 の処理の後、ステップ S 113 において、コントローラ 40 は、放電制限フラグを設定する。放電制限フラグの設定は、メモリ 41 に記憶される。

【0074】

ステップ S 107 の処理において、放電制限フラグが設定されているとき、コントローラ 40 は、ステップ S 104 の処理を行う。ステップ S 104、ステップ S 105 およびステップ S 106 の処理は、実施例 1 で説明した通りである。

【0075】

本実施例によれば、放電制限フラグが設定されるまでは、ダメージ積算量 ΣD に対応した閾値 $E_{p_th_ini}$ が設定され、正極電位 E_p が閾値 $E_{p_th_ini}$ 以下である、放電電力許容値 W_{out} を基準電力値 W_{out_ref} よりも低下させている。そして、放電電力許容値 W_{out} を基準電力値 W_{out_ref} よりも低下させたとき、放電制限フラグを設定している。

【0076】

放電制限フラグが設定された後では、正極電位 E_p が閾値（固定値） E_{p_th} 以下であるか否かが判別される。そして、正極電位 E_p が閾値（固定値） E_{p_th} 以下であるとき、放電電力許容値 W_{out} が基準電力値 W_{out_ref} よりも低下する。

【0077】

ダメージ積算量 ΣD が増加するほど、正極板 11 の劣化（例えば、導電材 112b の溶出）が進行するため、実施例 1 で説明したように、二次電池 10 の出力性能が低下してしまう。ここで、正極電位 E_p が閾値（固定値） E_{p_th} 以下であるとき、放電電力許容値 W_{out} を基準電力値 W_{out_ref} よりも低下させると、二次電池 10 の出力が不十分となってしまうことがある。特に、本実施例の電池システムを車両に搭載したとき、二次電池 10 の出力を用いた車両の走行性能が低下してしまうことがある。

【0078】

そこで、本実施例では、正極電位 E_p が閾値 $E_{p_th_ini}$ 以下となるまでは、放電電力許容値 W_{out} を基準電力値 W_{out_ref} のままとし、二次電池 10 の出力を確保するようにしている。

【0079】

一方、正極電位 E_p が閾値 $E_{p_th_ini}$ 以下であるときには、放電電力許容値 W_{out} を基準電力値 W_{out_ref} よりも低下させることにより、二次電池 10 の充電を優先させて、正極電位 E_p を上昇させることができ、正極板 11 の劣化（例えば、導電材 112b の溶出）を抑制することができる。また、放電制限フラグが設定された後では、正極電位 E_p が閾値（固定値） E_{p_th} 以下であるとき、放電電力許容値 W_{out} を基準電力値 W_{out_ref} よりも低下させることにより、正極電位 E_p を上昇させて、正極板 11 の劣化を抑制することができる。すなわち、放電制限フラグが設定された後で

10

20

30

40

50

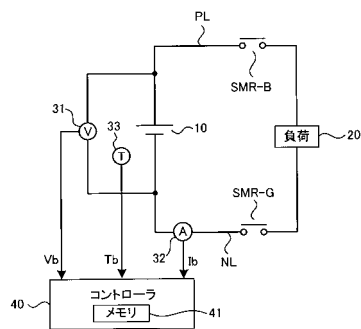
は、正極板 11 の劣化の抑制を優先させるようにしている。

【符号の説明】

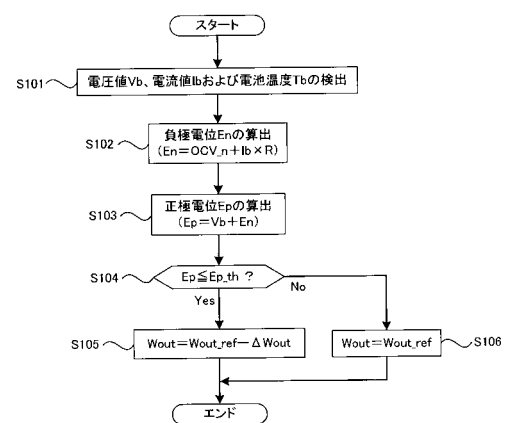
【0080】

10：二次電池、11：正極板、111：集電板、112：正極活物質層、
112a：正極活物質、112b：導電材、112c：溶出物、20：負荷、
31：電圧センサ、32：電流センサ、33：温度センサ、40：コントローラ、
41：メモリ

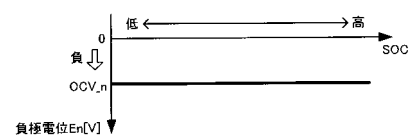
【図 1】



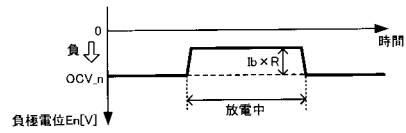
【図 2】



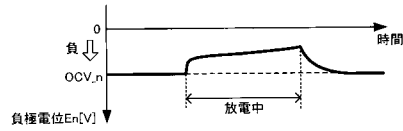
【図 3】



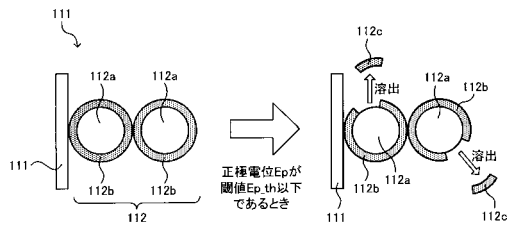
【図 4】



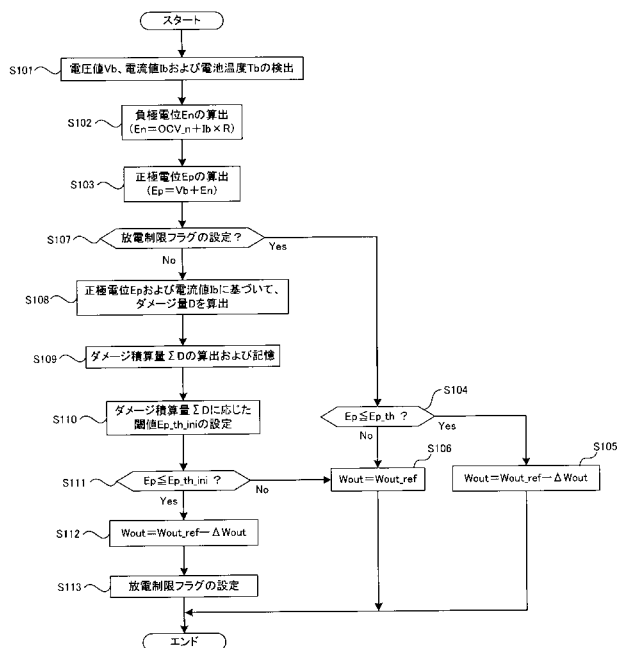
【図 5】



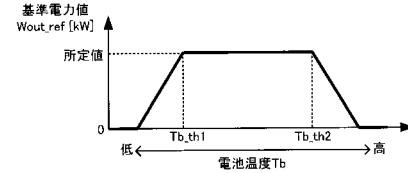
【図 6】



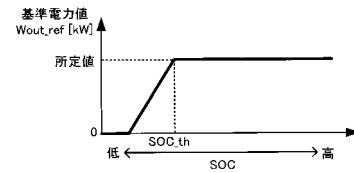
【図 9】



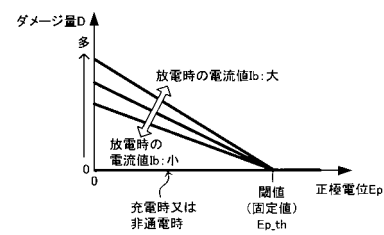
【図 7】



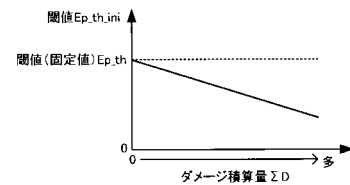
【図 8】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 2 J 7/00 3 0 2 A

F ターム(参考) 2G016 CA03 CB00 CB05 CB07 CB11 CB21 CB31 CC01 CC02 CC03
CC04 CC07 CC12 CC20 CC23 CC28 CF06 CF07
2G035 AA01 AA03 AB03 AC01 AC02 AD26 AD28
5G503 BB01 CA08 GD06
5H030 AA04 AS08 BB10 BB21 FF22 FF42 FF43 FF44