

(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2012-177588
(P2012-177588A)

(43) 公開日 平成24年9月13日(2012.9.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 31/36 (2006.01)	GO 1 R 31/36 A	2 G O 1 6
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 X	5 H O 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-40002 (P2011-40002)	(71) 出願人	000006208
(22) 出願日	平成23年2月25日 (2011. 2. 25)		三菱重工業株式会社
			東京都港区港南二丁目16番5号
		(74) 代理人	100134544
			弁理士 森 隆一郎
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100126893
			弁理士 山崎 哲男
		(74) 代理人	100149548
			弁理士 松沼 泰史

最終頁に続く

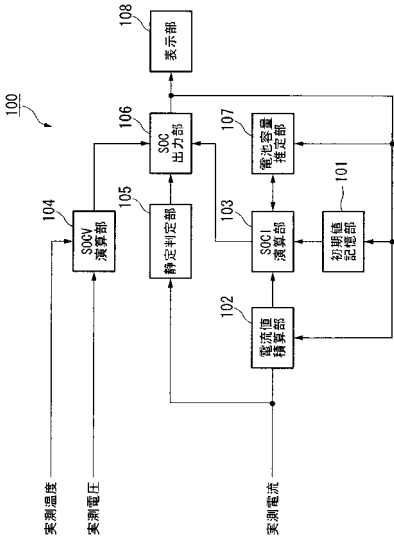
(54) 【発明の名称】 充電率推定装置、充電率推定方法、及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 二次電池の劣化を加味したSOVの推定を行う。

【解決手段】 静定判定部105は、二次電池が静定状態であるか否かを判定する。また、SOCV演算部104は、二次電池の電圧を用いて二次電池のSOCを演算する。そして、満充電容量推定部107は、静定判定部105によって二次電池が静定状態であると判定された場合に、SOCV演算部104が演算したSOVを用いて、二次電池の満充電容量を推定する。SOC I 演算部103は、満充電容量推定部107によって推定された満充電容量を用いてSOCを演算する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

運用中の二次電池の充電率を推定する充電率推定装置であって、

前記二次電池の充放電による実測電流の積算値と前記二次電池の満充電容量から、当該二次電池の現時点における充電率を演算する第 1 の充電率演算部と、

前記二次電池の開放電圧と充電率の関係を示すテーブルを参照して、前記二次電池の実測電圧から当該二次電池の現時点における充電率を演算する第 2 の充電率演算部と、

前記二次電池が静定状態であるか否かを判定する静定判定部と、

前記静定判定部によって前記二次電池が静定状態であると判定された場合に、前記二次電池の充放電による実測電流の積算値と前記第 2 の充電率推定部が推定した充電率とから、前記二次電池の現時点における満充電容量を推定する満充電容量推定部と、

前記静定判定部によって前記二次電池が静定状態であると判定された場合に、前記第 2 の充電率演算部の演算結果を、前記二次電池の充電率として出力し、前記静定判定部によって前記二次電池が静定状態でないと判定された場合に、前記第 1 の充電率演算部の演算結果を、前記二次電池の充電率として出力する出力部と

を備え、

前記第 1 の充電率演算部は、前記満充電容量推定部が推定した満充電容量を用いて前記充電率を演算する

ことを特徴とする充電率推定装置。

【請求項 2】

前記第 1 の充電率演算部は、前記満充電容量推定部が推定した満充電容量のほかに、前記二次電池の満充電容量の複数の候補と前記二次電池の充放電による実測電流の積算値とを用いて前記候補それぞれに対応する充電率を演算し、

前記満充電容量推定部は、前記第 1 の充電率演算部が算出した充電率のうち、前記第 2 の充電率演算部が演算した充電率に最も近い充電率を特定し、当該充電率に対応する前記満充電容量の候補を用いて、前記二次電池の現時点における満充電容量を推定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の充電率推定装置。

【請求項 3】

前記静定判定手段は、所定の時間の間における前記二次電池の充放電電流の変動幅が所定の閾値以内であるときに、前記二次電池が静定状態であると判定する

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の充電率推定装置。

【請求項 4】

前記二次電池の充電率と当該二次電池の内部インピーダンスとの関係を格納するインピーダンステーブルを参照して、前記出力部が前回出力した充電率から前記二次電池の内部インピーダンスを推定するインピーダンス推定部と、

前記内部インピーダンスを用いて前記二次電池のインピーダンス電圧を推定するインピーダンス電圧推定部と

を更に備え、

前記第 2 の充電率演算部は、前記二次電池の実測電圧から推定インピーダンス電圧を減じて得られる電圧を用いて開放電圧を推定し、前記二次電池の充電率を演算する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 項に記載の充電率推定装置。

【請求項 5】

前記出力部が出力した充電率を表示する表示部を備える

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れか 1 項に記載の充電率推定装置。

【請求項 6】

前記二次電池は、複数の電池セルからなる組電池であって、

前記第 1 の充電率推定部及び前記第 2 の充電率推定部は、前記電池セルそれぞれの充電率のうち、最大値を示す最大充電率と、最小値を示す最小充電率とを特定し、

前記表示部は、前記最大充電率を最大ピークとし、前記最小充電率を最小ピークとする波形信号を表示する

ことを特徴とする請求項 5 に記載の充電率推定装置。

【請求項 7】

前記二次電池は、複数の電池セルからなる組電池であって、

前記第 1 の充電率推定部及び前記第 2 の充電率推定部は、前記電池セルそれぞれの充電率のうち、最大値を示す最大充電率と、最小値を示す最小充電率とを特定し、特定した前記最大充電率及び前記最小充電率の 2 入力に基づいて 1 つの充電率を演算し、

前記表示部には、前記 1 つの充電率を表示する

ことを特徴とする請求項 5 に記載の充電率推定装置。

【請求項 8】

運用中の二次電池の充電率推定方法であって、

前記二次電池の充放電による実測電流の積算値と前記二次電池の満充電容量から、当該二次電池の現時点における充電率を演算するステップと、

前記二次電池の開放電圧と充電率の関係を示すテーブルを参照して、前記二次電池の実測電圧から当該二次電池の現時点における充電率を演算するステップと、

前記二次電池が静定状態であるか否かを判定するステップと、

前記二次電池が静定状態であると判定した場合に、前記二次電池の充放電による実測電流の積算値と前記第 1 の充電率推定部が推定した充電率とから、前記二次電池の現時点における満充電容量を推定するステップと、

前記二次電池が静定状態であると判定した場合に、前記テーブルと前記二次電池の電圧とを用いて演算した演算結果を前記二次電池の充電率として出力し、前記二次電池が静定状態でないと判定した場合に、前記電流の積算値と前記二次電池の満充電容量から演算した演算結果を前記二次電池の充電率として出力するステップと

を備え、

前記電流の積算値と前記二次電池の満充電容量を用いて充電率を演算するステップでは、前記満充電容量を推定するステップにおいて推定した満充電容量を用いて前記充電率を演算する

ことを特徴とする充電率推定方法。

【請求項 9】

運用中の二次電池の充電率を推定する充電率推定装置を、

前記二次電池の充放電による実測電流の積算値と前記二次電池の満充電容量から、当該二次電池の現時点における充電率を演算する第 1 の充電率演算部、

前記二次電池の開放電圧と充電率の関係を示すテーブルを参照して、前記二次電池の実測電圧から当該二次電池の現時点における充電率を演算する第 2 の充電率演算部、

前記二次電池が静定状態であるか否かを判定する静定判定部、

前記静定判定部によって前記二次電池が静定状態であると判定された場合に、前記二次電池の充放電による実測電流の積算値と前記第 2 の充電率推定部が推定した充電率とから、前記二次電池の現時点における満充電容量を推定する満充電容量推定部、

前記静定判定部によって前記二次電池が静定状態であると判定された場合に、前記第 2 の充電率演算部の演算結果を、前記二次電池の充電率として出力し、前記静定判定部によって前記二次電池が静定状態でないと判定された場合に、前記第 1 の充電率演算部の演算結果を、前記二次電池の充電率として出力する出力部

として機能させ、

前記第 1 の充電率演算部は、前記満充電容量推定部が推定した満充電容量を用いて前記充電率を演算する

ことを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、運用中の二次電池の充電率を推定する充電率推定装置、充電率推定方法、及びプログラムに関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

従来、二次電池のSOC (State Of Charge : 充電率) は、下記式 (1) を用いて算出する。

【0003】

【数1】

$$S(t) = S(0) + \frac{1}{3600} \int I_t(t) dt \frac{100}{Q} \quad \dots (1)$$

10

【0004】

但し、 $S(t)$ は、 t 時間後のSOCを示し、 $S(0)$ は、初期状態のSOCを示す。また、 $I_t(t)$ は、 t 時間における充放電電流を示す。なお、 $I_t(t)$ は、充電時に正の値となり、放電時に負の値となる。また、 Q は、計算に用いる二次電池の満充電容量を示す。つまり、従来、二次電池のSOCは、二次電池の充放電電流の積算値を用いて算出している。

しかし、二次電池の充放電電流の積算値を用いてSOCの演算を行った場合、積算によって電流検出誤差が蓄積していく影響と、計算に用いる二次電池の満充電容量 Q が真値と異なっている影響で、所定時間経過後の算出結果であるSOCが、真のSOC（ここでは、事前取得済みの二次電池の開放電圧とSOCの関係から求まる値とする）と大きく異なってしまうおそれがある。

20

【0005】

この問題を解決する方法として、特許文献1には、電流の充放電が反転する際に二次電池の開放電圧を推定し、当該開放電圧からSOCを求める方法が開示されている。

しかし、電流の充放電が反転する際の二次電池の電圧には、これまでの充放電の影響がまだ残っており、電流が概略0アンペアになった瞬間の二次電池の電圧と、電流が概略0アンペアの状態を継続して静定状態（時間経過に対する二次電池の電圧変化が十分小さい状態）になった時の二次電池の電圧とは顕著な差がある場合がある。従って、開放電圧は、電流が概略0アンペアの状態を継続して静定状態に到達したときの二次電池の電圧から推定することが好ましい。

30

【0006】

また、静定状態でないときは、開放電圧から求めたSOCを初期状態のSOCとして、電流積算によってSOCを求めることが好ましいが、高精度の電流計測センサを用いて二次電池の充放電電流を誤差無く計測した場合でも、計算に用いる二次電池の満充電容量 Q が真値と異なる場合は、算出結果のSOC（推定値）は真のSOCと誤差を生じる。

従って、二次電池の充放電電流の積算値を用いてSOCの演算を行う場合、静定条件が成立して開放電圧からSOCを求める場合に切り替わるたびに、大きなSOC差を生じやすい。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平11-206028号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、二次電池には、使用により劣化し、満充電容量が減少するという特徴がある。具体的には、二次電池を10年間使用した場合、その満充電容量が公称電池容量より30パーセント程度低くなることがある。

そのため、開放電圧によるSOCを用いて、充放電電流の積算値を用いて算出したSO

50

Cを修正した際に、劣化によって満充電容量が減少している場合は、推定したSOCと真のSOCとが大きく異なってしまう。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は上記の課題を解決するためになされたものであり、運用中の二次電池の充電率を推定する充電率推定装置であって、前記二次電池の充放電による実測電流の積算値と前記二次電池の満充電容量から、当該二次電池の現時点における充電率を演算する第1の充電率演算部と、前記二次電池の開放電圧と充電率の関係を示すテーブルを参照して、前記二次電池の実測電圧から当該二次電池の現時点における充電率を演算する第2の充電率演算部と、前記二次電池が静定状態であるか否かを判定する静定判定部と、前記静定判定部によって前記二次電池が静定状態であると判定された場合に、前記二次電池の充放電による実測電流の積算値と前記第2の充電率推定部が推定した充電率とから、前記二次電池の現時点における満充電容量を推定する満充電容量推定部と、前記静定判定部によって前記二次電池が静定状態であると判定された場合に、前記第2の充電率演算部の演算結果を、前記二次電池の充電率として出力し、前記静定判定部によって前記二次電池が静定状態でないと判定された場合に、前記第1の充電率演算部の演算結果を、前記二次電池の充電率として出力する出力部とを備え、前記第1の充電率演算部は、前記満充電容量推定部が推定した満充電容量を用いて前記充電率を演算することの特徴とする。

10

【0010】

また、本発明においては、前記第1の充電率演算部は、前記満充電容量推定部が推定した満充電容量のほかに、前記二次電池の満充電容量の複数の候補と前記二次電池の充放電による実測電流の積算値とを用いて前記候補それぞれに対応する充電率を演算し、前記満充電容量推定部は、前記第1の充電率演算部が算出した充電率のうち、前記第2の充電率演算部が演算した充電率に最も近い充電率を特定し、当該充電率に対応する前記満充電容量の候補を用いて、前記二次電池の現時点における満充電容量を推定することが好ましい。

20

【0011】

また、本発明においては、前記静定判定手段は、所定の時間の間における前記二次電池の充放電電流の変動幅が所定の閾値以内であるときに、前記二次電池が静定状態であると判定することが好ましい。

30

【0012】

また、本発明においては、前記二次電池の充電率と当該二次電池の内部インピーダンスとの関係を格納するインピーダンステーブルを参照して、前記出力部が前回出力した充電率から前記二次電池の内部インピーダンスを推定するインピーダンス推定部と、前記内部インピーダンスを用いて前記二次電池のインピーダンス電圧を推定するインピーダンス電圧推定部とを更に備え、前記第2の充電率演算部は、前記二次電池の実測電圧から推定インピーダンス電圧を減じて得られる電圧を用いて開放電圧を推定し、前記二次電池の充電率を演算することが好ましい。

【0013】

また、本発明においては、前記出力部が出力した充電率を表示する表示部を備えることが好ましい。

40

【0014】

また、本発明においては、前記二次電池は、複数の電池セルからなる組電池であって、前記第1の充電率推定部及び前記第2の充電率推定部は、前記電池セルそれぞれの充電率のうち、最大値を示す最大充電率と、最小値を示す最小充電率とを特定し、前記表示部は、前記最大充電率を最大ピークとし、前記最小充電率を最小ピークとする波形信号を表示することが好ましい。

【0015】

また、本発明においては、最大充電率と最小充電率の2入力に対して、計算式（例えば平均値を算出する式）、テーブル（例えば通常運用域は平均値、通常運用域以外は、過充

40

電側は最大充電率の比重を高くし、過放電側は最小充電率の比重を高く設定）等を用いて、1つの充電率を演算して出力しても良い。

【0016】

また、本発明は、運用中の二次電池の充電率推定方法であって、前記二次電池の充放電による実測電流の積算値と前記二次電池の満充電容量から、当該二次電池の現時点における充電率を演算するステップと、前記二次電池の開放電圧と充電率の関係を示すテーブルを参照して、前記二次電池の実測電圧から当該二次電池の現時点における充電率を演算するステップと、前記二次電池が静定状態であるか否かを判定するステップと、前記二次電池が静定状態であると判定した場合に、前記二次電池の充放電による実測電流の積算値と前記第1の充電率推定部が推定した充電率とから、前記二次電池の現時点における満充電容量を推定するステップと、前記二次電池が静定状態であると判定した場合に、前記テーブルと前記二次電池の電圧とを用いて演算した演算結果を前記二次電池の充電率として出力し、前記二次電池が静定状態でないと判定した場合に、前記電流の積算値と前記二次電池の満充電容量から演算した演算結果を前記二次電池の充電率として出力するステップとを備え、前記電流の積算値と前記二次電池の満充電容量を用いて充電率を演算するステップでは、前記満充電容量を推定するステップにおいて推定した満充電容量を用いて前記充電率を演算することを特徴とする。

10

【0017】

また、本発明は、運用中の二次電池の充電率を推定する充電率推定装置を、前記二次電池の充放電による実測電流の積算値と前記二次電池の満充電容量から、当該二次電池の現時点における充電率を演算する第1の充電率演算部、前記二次電池の開放電圧と充電率の関係を示すテーブルを参照して、前記二次電池の実測電圧から当該二次電池の現時点における充電率を演算する第2の充電率演算部、前記二次電池が静定状態であるか否かを判定する静定判定部、前記静定判定部によって前記二次電池が静定状態であると判定された場合に、前記二次電池の充放電による実測電流の積算値と前記第2の充電率推定部が推定した充電率とから、前記二次電池の現時点における満充電容量を推定する満充電容量推定部、前記静定判定部によって前記二次電池が静定状態であると判定された場合に、前記第2の充電率演算部の演算結果を、前記二次電池の充電率として出力し、前記静定判定部によって前記二次電池が静定状態でないと判定された場合に、前記第1の充電率演算部の演算結果を、前記二次電池の充電率として出力する出力部として機能させ、前記第1の充電率演算部は、前記満充電容量推定部が推定した満充電容量を用いて前記充電率を演算することを特徴とするプログラムである。

20

30

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、充電率推定装置は、二次電池が静定状態である場合に、二次電池の電圧から推定した充電率を用いて二次電池の満充電容量を推定する。そして、充電率推定装置は、電流の積算値から充電率を推定する際に、当該推定した満充電容量を用いる。これにより、二次電池が静定状態になる度に二次電池の満充電容量を更新することができるため、二次電池の劣化を加味した充電率の推定を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0019】

【図1】本発明の第1の実施形態による充電率推定装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態による充電率推定装置の動作を示すフローチャートである。

【図3】本発明の第2の実施形態による充電率推定装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図4】本発明の第3の実施形態による充電率推定装置の構成を示す概略ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0020】

《第1の実施形態》

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳しく説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態による充電率推定装置100の構成を示す概略ブロック図である。

充電率推定装置100は、運用中の二次電池のSOC（充電率）を推定する装置であって、初期値記憶部101、電流値積算部102、SOC演算部103（第1の充電率演算部）、SOCV演算部104（第2の充電率演算部）、静定判定部105、SOC出力部106（出力部）、満充電容量推定部107、表示部108を備える。

【0021】

10

初期値記憶部101は、SOC演算部103の演算に用いる二次電池の初期状態のSOCを記憶する。なお、充電率推定装置100を最初に起動した時は、初期状態のSOCとして、充電率推定装置100に充電率推定装置100がそれ以前に起動していた時の最終のSOCと計算に用いた満充電容量を記憶しておく。なお、初期状態のSOCには、上記のようにそれ以前に起動していたときの最終のSOCを用いず、SOCV演算部104が最初に算出した値を用いても良い。

電流値積算部102は、SOC出力部106からリセット命令を受け付けた時刻からの二次電池の充放電による実測電流の積算値を演算する。

SOC演算部103は、電流値積算部102が演算した実測電流の積算値、二次電池の初期状態のSOC、及び二次電池の満充電容量を用いて二次電池のSOCを演算する。具体的には、式(1)を用いて二次電池のSOCを演算する。なお、初回の実行時には、SOC演算部103は、予め測定しておいた二次電池のSOC及び満充電容量を用いて、運用中の二次電池のSOCを演算する。

20

また、SOC演算部103は、満充電容量推定部107が推定した満充電容量以外に、現時点の二次電池の満充電容量の候補である複数の候補満充電容量を用いて、複数の候補SOCを演算する。

【0022】

SOCV演算部104は、二次電池の開放電圧及び温度と充電率の関係を示すテーブルを参照して、二次電池の実測電圧及び実測温度から二次電池のSOCを演算する。なお、二次電池の開放電圧及び温度と充電率の関係は、予め測定しておいたものを用いる。

30

静定判定部105は、二次電池の充放電による実測電流の電流値の変動を監視し、所定時間（例えば、5分）の間、電流値の変動幅が所定の閾値（例えば、±5アンペア）以内であるときに、二次電池が静定状態（時間経過に対する二次電池の電圧変化が十分小さい状態）であると判定する。

【0023】

SOC出力部106は、静定判定部105によって二次電池が静定状態でないと判定された場合に、SOC演算部103が演算した二次電池のSOCを表示部108に出力する。他方、SOC出力部106は、静定判定部105によって二次電池が静定状態でないと判定された場合に、SOCV演算部104が演算した二次電池のSOCを表示部108に出力する。

40

【0024】

満充電容量推定部107は、SOC出力部106からリセット命令を受け付けた場合に、SOC演算部103が複数の候補満充電容量から演算した候補SOCのうち、SOCV演算部104が演算したSOCに最も近いものを特定する。そして、満充電容量推定部107は、特定した候補SOCの演算に用いた候補満充電容量を、現在の候補満充電容量と推定する。

表示部108は、SOC出力部106が出力した二次電池のSOCを表示する。

【0025】

次に、第1の実施形態による充電率推定装置100の動作を説明する。

図2は、本発明の第1の実施形態による充電率推定装置100の動作を示すフローチャ

50

ートである。

充電率推定装置100が二次電池のSOCの推定を開始すると、電流値積算部102は、二次電池の充放電による実測電流の積算値の演算を開始する(ステップS1)。電流値積算部102が実測電流の積算値の演算を開始すると、SOC I 演算部103は、式(1)を用いて二次電池のSOCを演算する(ステップS2)。このとき、SOC I 演算部103は、初期値記憶部101が記憶するSOCをS(0)とし、電流値積算部102が積算した電流値を $\int I_t(t) dt$ とし、満充電容量推定部107が推定した満充電容量をQとする。なお、初回の実行時には、二次電池の運用開始前に予め測定しておいた二次電池のSOCを記憶しており、満充電容量推定部107は、二次電池の運用開始前に予め測定しておいた二次電池の満充電容量を推定結果として出力する。

10

【0026】

また、ステップS2によるSOCの演算と並行して、SOC I 演算部103は、式(1)のQに複数の候補満充電容量を代入し、二次電池の複数の候補SOCを演算する(ステップS3)。なお、候補SOCの演算に用いる候補満充電容量としては、二次電池の運用可能範囲で設定することが好ましい。例えば、劣化の無い二次電池の満充電容量を100とし、二次電池の運用限界の満充電容量を70とした場合、候補満充電容量として70から100までの5刻みの値(すなわち、70、75、80、……95、100)を用いて演算すると良い。

【0027】

また、ステップS2、S3においてSOC I 演算部103がSOCを演算しているとき、SOC V 演算部104は、二次電池の開放電圧及び温度と充電率の関係を示すテーブルを参照して、二次電池の実測電圧及び実測温度から二次電池のSOCを演算する(ステップS4)。具体的には、SOC V 演算部104は、二次電池の実測電圧に最も近い2つの開放電圧及び2つの温度に関連付けられた充電率をそれぞれテーブルから読み出し、補間計算により、二次電池の実測電圧に対応するSOCを演算する。

20

【0028】

次に、静定判定部105は、二次電池の充放電による実測電流を取得し、現時点の電流値を内部メモリに記録する(ステップS5)。このとき、静定判定部105は、5分以上前に取得した実測電流の値を、内部メモリから削除する(ステップS6)。なお、ステップS5、ステップS6の処理は、静定判定部105が5分間の実測電流の取得回数と同じ要素数の容量を有するキューを内部メモリに構築しておくことで、実現することができる。具体的には、静定判定部105が当該キューに取得した電流値を格納することでステップS5を実現し、当該キューの容量を超えた場合に当該キューに最初に格納した電流値を破棄することでステップS6を実現することができる。

30

【0029】

次に、静定判定部105は、現時点までに内部メモリに記録された電流値の変動幅が5アンペア以内であるか否かを判定する(ステップS7)。静定判定部105は、電流値の変動幅が5アンペアを超えていると判定した場合(ステップS7:NO)、二次電池が静定状態でないと判定する(ステップS8)。なお、記録部に5分間の電流値が記録されていない場合、すなわちSOCの演算開始から5分以内である場合も、静定判定部105は、二次電池が静定状態でないと判定する。

40

他方、静定判定部105は、電流値の変動幅が5アンペア以内であると判定した場合(ステップS7:YES)、二次電池が静定状態であると判定する(ステップS9)。

【0030】

静定判定部105によって二次電池が静定状態でないと判定された場合(ステップS8)、SOC出力部106は、SOC I 演算部103による演算結果を表示部108に出力する(ステップS10)。これにより、表示部108は、SOC I 演算部103による演算結果を表示する。なお、演算結果の表示方法としては、SOCのパーセンテージを数字で表示する方法や、定格の範囲内の間におけるどの位置に存在するかを図形を用いて表示する方法などが挙げられる。

50

【0031】

他方、静定判定部105によって二次電池が静定状態であると判定された場合（ステップS9）、SOC出力部106は、初期値記憶部101にSOCV演算部104による演算結果を上書きして記録し（ステップS11）、電流値積算部102及び満充電容量推定部107にリセット命令を出力する。電流値積算部102は、リセット命令を受け付けると、積算していた電流値を0にリセットする（ステップS12）。また、満充電容量推定部107は、リセット命令を受け付けると、SOC I 演算部103からステップS3で演算していた候補SOCをそれぞれ読み出し、SOC出力部106が出力するSOC（すなわちSOCV演算部104の演算結果）に最も近いものを特定する（ステップS13）。次に、満充電容量推定部107は、特定した候補SOCの演算に用いた満充電容量を、二次電池の現時点の満充電容量として推定する（ステップS14）。 10

また、SOC出力部106は、SOCV演算部104による演算結果を表示部108に出力する（ステップS15）。これにより、表示部108は、SOCV演算部104による演算結果を表示する。

【0032】

静定状態でない場合、二次電池のインピーダンス電圧は十分に小さくないため、SOCV演算部104が演算したSOCには大きい誤差が生じるが、静定状態である場合には、二次電池のインピーダンス電圧は十分に小さいため、SOCV演算部104が演算したSOCに含まれる誤差は小さくなる。そのため、静定状態においてSOCV演算部104が演算したSOCを、SOC I 演算部103による演算に用いるSOC初期値とすることで、SOC I 演算部103による演算結果に含まれる誤差を小さくすることができる。 20

【0033】

表示部108がSOC I 演算部103による演算結果またはSOCV演算部104による演算結果を表示すると（ステップS10、ステップS15）、充電率推定装置100は、管理者などによる操作や割り込み処理などにより、外部から処理の終了要求を入力したか否かを判定する（ステップS16）。充電率推定装置100は、外部から終了要求を入力していないと判定した場合（ステップS16：NO）、ステップS2に戻り、次の時刻におけるSOCの推定を実行する。他方、充電率推定装置100は、外部から終了要求を入力したと判定した場合（ステップS16：YES）、処理を終了する。 30

【0034】

このように、本実施形態によれば、静定判定部105が静定状態であると判定した場合、SOCV演算部104の演算結果によりSOC I 演算部103が用いるSOCの初期値及び満充電容量を更新する。これにより、電流積算値の誤差に加え、二次電池の劣化による満充電容量の誤差をも修正することができる。

【0035】

《第2の実施形態》

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

第1の実施形態では、SOCV演算部104が、二次電池の実測電圧を開放電圧とみなしてSOCを演算する場合を説明したが、第2の実施形態によるSOCV演算部104は、実測電圧から二次電池のインピーダンス電圧を除いて開放電圧を推定し、当該開放電圧を用いてSOCを演算する。これにより、SOCV演算部104の演算結果の精度をより高くすることができる。 40

【0036】

図3は、本発明の第2の実施形態による充電率推定装置100の構成を示す概略ブロック図である。

第2の実施形態による充電率推定装置100は、第1の実施形態による充電率推定装置100に、さらにインピーダンス推定部109、インピーダンス電圧推定部110、インピーダンス電圧除去部111を備える。

インピーダンス推定部109は、SOC出力部106が出力するSOCと二次電池の実測温度とを入力して、二次電池のSOC及び温度と内部インピーダンスとの関係を示すテ 50

ープルから二次電池の内部インピーダンス（インピーダンス電圧推定部110によるインピーダンス電圧の算出に用いるモデル回路のインピーダンス）を推定する。なお、モデル回路としては、例えば、抵抗とコンデンサを並列に接続した回路と、抵抗と二次電池とを直列に接続した回路を用いる。

インピーダンス電圧推定部110は、インピーダンス推定部109が推定したインピーダンスと二次電池の充放電による実測電流とをモデル回路に当てはめ、インピーダンス電圧を演算する。

インピーダンス電圧除去部111は、実測電圧からインピーダンス電圧推定部110が演算したインピーダンス電圧を減算することで、二次電池の開放電圧を演算する。

そして、SOCV演算部104は、実測電圧ではなく、インピーダンス電圧除去部111が演算した開放電圧を用いてSOCを演算する。

10

【0037】

このように、本実施形態によれば、インピーダンス推定部109、インピーダンス電圧推定部110は、SOC出力部106が出力したSOCをフィードバックしてインピーダンス電圧を推定し、SOCV演算部104は、実測電圧からインピーダンス電圧を除去して得られる開放電圧を用いてSOCを演算する。これにより、SOCの演算結果の精度をより高めることができ、SOCI演算部103によるSOCの演算に用いるSOCの初期値及び満充電容量の精度を高めることができる。

【0038】

《第3の実施形態》

20

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。

第1の実施形態、第2の実施形態では、二次電池が単電池である場合を説明したが、第3の実施形態では、二次電池が複数のセル電池によって構成される組電池である場合について説明する。二次電池が組電池である場合、セル電池それぞれのSOCが異なるため、表示部108は、第1の実施形態、第2の実施形態と異なる表示をする必要がある。

【0039】

図4は、本発明の第3の実施形態による充電率推定装置100の構成を示す概略ブロック図である。

第3の実施形態による充電率推定装置100は、第1の実施形態による充電率推定装置100に、さらに波形生成部112を備え、初期値記憶部101、電流値積算部102、SOCI演算部103、SOCV演算部104、SOC出力部106、満充電容量推定部107を、セル電池毎に備える。具体的には、初期値記憶部101、電流値積算部102、SOCI演算部103、SOCV演算部104、SOC出力部106、満充電容量推定部107は、セル電池毎に設けられるCMU（Cell Monitor Unit）に備えられ、静定判定部105及び波形生成部112は、組電池である二次電池を監視・制御するBMU（Battery Management Unit）に備えられる。

30

【0040】

そして、初期値記憶部101、電流値積算部102、SOCI演算部103、SOCV演算部104、SOC出力部106、満充電容量推定部107は、対応するセル電池に係るSOC初期値、電流値、SOC、満充電容量の演算、記憶、出力を行う。

40

波形生成部112は、各セル電池のSOC出力部106から出力されたSOCのうち、最大値を示す最大SOCと、最小値を示す最小SOCとを特定する。そして、最大SOCを最大ピークとし、最小SOCを最小ピークとする波形を生成する。

表示部108は、波形生成部112が生成した波形を表示する。

なお、波形生成部112は、具体的には以下に示す式（2）に示す波形を生成する。

【0041】

【数 2】

$$S(t) = \frac{SOC_{max} + SOC_{min}}{2} + \frac{SOC_{max} - SOC_{min}}{2} \times \sin\left(\frac{2\pi}{T}\right) \quad \dots (2)$$

【0042】

なお、 SOC_{max} は波形生成部112が特定した最大SOCを示し、 SOC_{min} は波形生成部112が特定した最小SOCを示す。また、 T は、波形の周期であり、予め定めておく。

このように、本実施形態によれば、正弦波信号1つで、組電池を構成する複数のセル電池の充電率のうちの現在の最大SOCと最小SOCとを表示部108に通知し、表示させることができる。

【0043】

ここで、組電池を構成するセル電池の最大SOC及び最小SOCを表示する必要性について説明する。

組電池を構成するセル電池の中に1つでもSOCが定格より大きいものがある場合、当該セル電池が過充電により劣化し、組電池全体としての性能が落ちてしまう。他方、組電池を構成するセル電池の中に1つでもSOCが定格より小さいものがある場合、当該セル電池が過放電により劣化し、組電池全体としての性能が落ちてしまう。したがって、全てのセル電池のSOCが定格に収まっている必要があり、そのために最大SOC及び最小SOCを監視しておく必要がある。

本実施形態によれば、最大SOCと最小SOCとを波形によって表示するため、管理者が全てのセル電池のSOCが定格の範囲に収まっているかを監視することができる。

【0044】

なお、最大SOCと最小SOCの2入力に対して、計算式（例えば平均値を算出する式）、テーブル（例えば通常運用域は平均値、通常運用域以外は、過充電側は最大充電率の比重を高くし、過放電側は最小充電率の比重を高く設定）等を用いて、1つの充電率を演算して出力した方が便利な用途では、そのようにしても良い。

【0045】

以上、図面を参照してこの発明の一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内において様々な設計変更等を行うことが可能である。

例えば、第1の実施形態～第3の実施形態では、満充電容量推定部107が、SOCV演算部104が演算したSOCに最も近い候補SOCの演算に用いた候補満充電容量を、現在の候補満充電容量と推定する場合を説明したが、これに限られない。例えば、SOCV演算部104が演算したSOCに最も近い2つの候補SOCを特定し、当該2つの候補SOCの補間計算により候補満充電容量を推定しても良い。

【0046】

また、例えば、規定回数毎に候補SOCとSOCV演算部104による演算結果との差分の統計値（例えば、平均値、絶対値平均値、二乗平均値など）を算出し、当該統計値が最も小さい候補SOCに基づいて満充電容量を推定しても良い。

また、例えば、当該統計値から近似曲線を算出し、当該近似曲線に基づいて誤差が0になると予測される満充電容量を推定しても良い。

また、例えば、規定回数毎に候補SOCとSOCV演算部104による演算結果との差分を算出し、当該差分が最も小さい回数が多かった候補SOCを用いて満充電容量を推定しても良い。

【0047】

また、例えば、満充電容量推定部107が、式(1)から逆算して満充電容量を演算しても良い。すなわち式(1)の $S(t)$ にSOCV演算部104の演算結果を代入するこ

10

20

30

40

50

とで、満充電容量 Q を算出しても良い。

【0048】

また、第1の実施形態～第3の実施形態では、静定判定部105が、実測電流の変動幅が小さいときに、二次電池が静定状態であると判定する場合を説明したが、これに限られない。例えば第2の実施形態において、推定判定部がインピーダンス電圧推定部110が推定するインピーダンス電圧を監視し、その変動幅が、所定の時間以上に亘って所定の閾値以内のレベルを継続したときに、二次電池が静定状態で有ると判定しても良い。

【0049】

また、第1の実施形態～第3の実施形態では、SOC I 演算部103とSOC V 演算部104の処理を、ステップS2～S4で並列して実行する場合を説明したが、これに限られない。例えば、静定判定部105により二次電池が静定状態であると判定された場合にSOC V 演算部104のみが処理を実行し、二次電池が静定状態でないと判定された場合にSOC I 演算部103のみが処理を実行しても、同様の効果を得ることができる。

【0050】

上述の充電率推定装置100は内部に、コンピュータシステムを有している。そして、上述した各処理部の動作は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしても良い。

【0051】

また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であっても良い。

【符号の説明】

【0052】

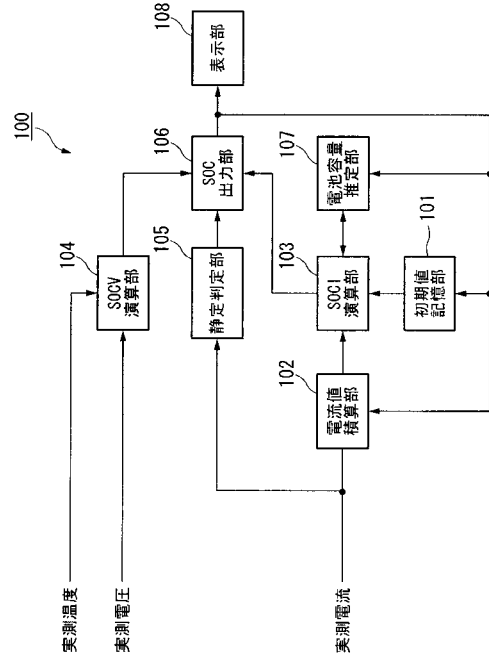
100…充電率推定装置 101…初期値記憶部 102…電流値積算部 103…SOC I 演算部 104…SOC V 演算部 105…静定判定部 106…SOC 出力部 107…満充電容量推定部 108…表示部 109…インピーダンス推定部 110…インピーダンス電圧推定部 111…インピーダンス電圧除去部 112…波形生成部

10

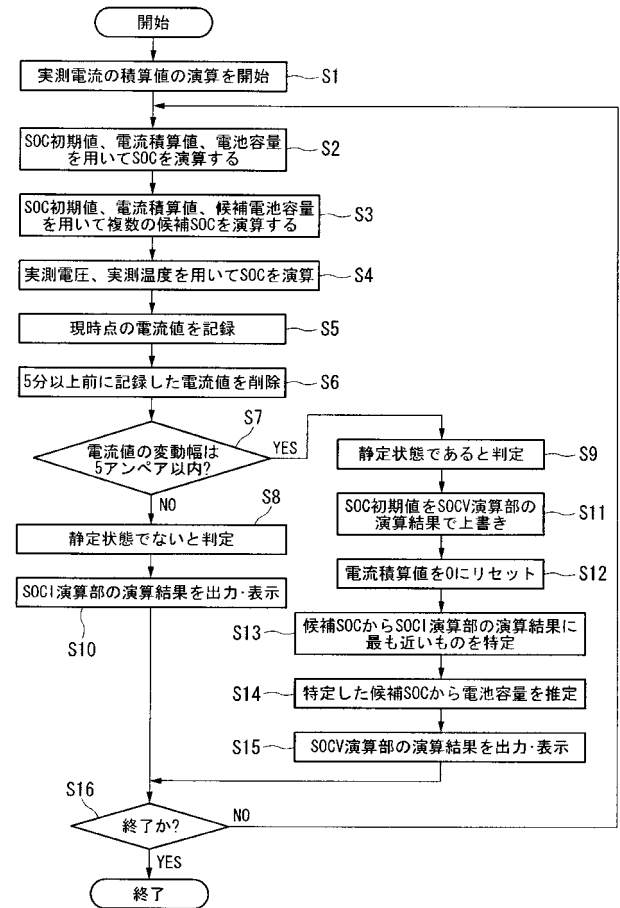
20

30

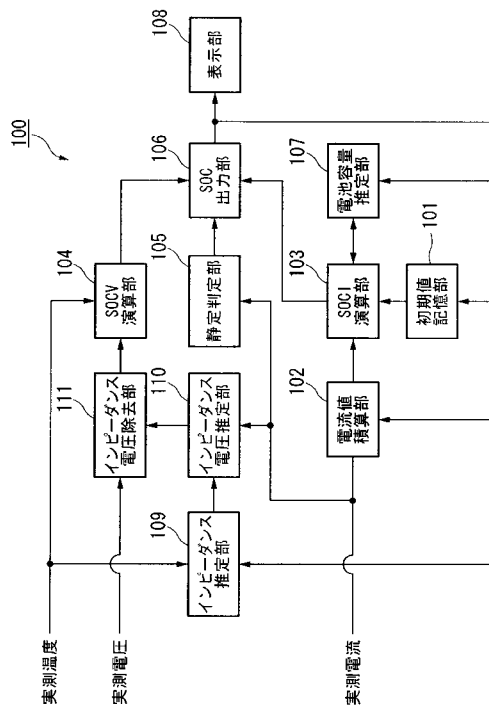
【図 1】



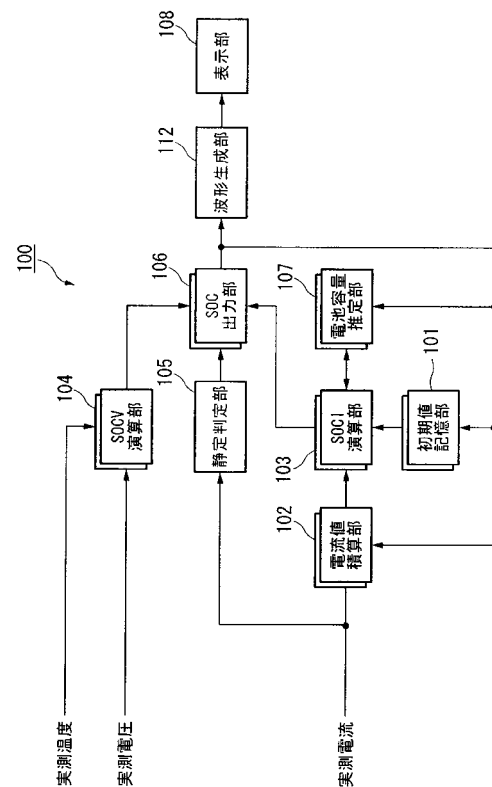
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 重水 哲郎

東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 橋本 雅之

東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内

Fターム(参考) 2G016 CB05 CB06 CB11 CB12 CB21 CB22 CB31 CB32 CC03 CC04

CC06 CC07 CC13 CC27 CC28 CE00 CF06

5G503 BB01 EA05

5H030 AA03 AA04 AS18 AS20 FF42 FF43 FF44 FF52