

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5009223号  
(P5009223)

(45) 発行日 平成24年8月22日(2012.8.22)

(24) 登録日 平成24年6月8日(2012.6.8)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>GO 1 R</b>	<b>31/36</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 R	31/36	A
<b>HO 1 M</b>	<b>10/48</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 M	10/48	P
<b>HO 2 J</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 2 J	7/00	X
<b>B 6 O W</b>	<b>10/26</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 O K	6/20	3 3 O
<b>B 6 O W</b>	<b>20/00</b>	<b>(2006.01)</b>			

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-115642 (P2008-115642)	(73) 特許権者	399107063 プライムアースE Vエナジー株式会社 静岡県湖西市岡崎20番地
(22) 出願日	平成20年4月25日(2008.4.25)	(74) 代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣
(65) 公開番号	特開2009-264962 (P2009-264962A)	(74) 代理人	100105957 弁理士 恩田 誠
(43) 公開日	平成21年11月12日(2009.11.12)	(72) 発明者	古川 電也 静岡県湖西市岡崎20番地 パナソニック E Vエナジー 株式会社 内
審査請求日	平成22年11月10日(2010.11.10)	(72) 発明者	佐藤 直人 静岡県湖西市岡崎20番地 パナソニック E Vエナジー 株式会社 内
		審査官	菅藤 政明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二次電池の残存容量推定方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

二次電池の無負荷電圧  $V_o$  を算出する無負荷電圧算出ステップと、  
二次電池に充放電電流が流れていないノー・バッテリーカレント状態と、二次電池に充放電電流が流れているバッテリーカレント状態とを判別するバッテリーカレント状態判別ステップと、

前記ノー・バッテリーカレント状態において、二次電池の端子電圧  $V$  の変動量  $\Delta V$  を測定する電圧変動測定ステップと、同ノー・バッテリーカレント状態において、該変動量  $\Delta V$  に基づき、前記ノー・バッテリーカレント状態における分極電圧  $V_p$  の減衰量としての静的減衰量  $V_{p1}$  を算出する静的減衰量算出ステップと、

前記バッテリーカレント状態において、分極電圧  $V_p$  の動的減衰量  $V_{p2}$  及び動的発生量  $V_{p3}$  を算出する動的減衰量・発生量算出ステップと、

前記減衰量  $V_{p1}$ 、又は、前記減衰量  $V_{p2}$  及び発生量  $V_{p3}$  を用いて分極電圧  $V_p$  を算出する分極電圧算出ステップと、

前記無負荷電圧  $V_o$  から前記分極電圧  $V_p$  を減算することにより、前記二次電池の起電力  $V_e$  を算出する起電力算出ステップと、

前記起電力  $V_e$  に基づいて、前記二次電池の残存容量 (SOC) を推定する残存容量推定ステップと、を備える二次電池の残存容量推定方法。

【請求項2】

請求項1に記載の二次電池の残存容量推定方法において、

前記分極電圧算出ステップでは、前記静的減衰量  $V_{p1}$  を、下式 1、

$$V_{p1} = V \cdot \text{補正係数 } K_a \dots (\text{式 } 1)$$

によって算出するとともに、前記分極電圧  $V_p$  を、下式 2、

$$\text{今回の分極電圧 } V_p(j) = \text{前回の分極電圧 } V_p(j-1) - V_{p1} \dots (\text{式 } 2)$$

によって算出するようにした二次電池の残存容量推定方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の二次電池の残存容量推定方法において、

前記補正係数  $K_a$  は、二次電池の温度に依存する自己放電量に応じて決定するようにした二次電池の残存容量推定方法。

【請求項 4】

二次電池の無負荷電圧  $V_o$  を算出する無負荷電圧算出部と、

二次電池に充放電電流が流れていないノー・バッテリカレント状態と、二次電池に充放電電流が流れているバッテリカレント状態とを判別するバッテリカレント状態判別部と、前記ノー・バッテリカレント状態において、二次電池の端子電圧  $V$  の変動量  $\Delta V$  を測定する電圧変動測定部と、同ノー・バッテリカレント状態において、該変動量  $\Delta V$  に基づき、前記ノー・バッテリカレント状態における分極電圧  $V_p$  の減衰量としての静的減衰量  $V_{p1}$  を算出する静的減衰量算出部と、

前記バッテリカレント状態において、分極電圧  $V_p$  の動的減衰量  $V_{p2}$  及び動的発生量  $V_{p3}$  を算出する動的減衰量・発生量算出部と、

前記減衰量  $V_{p1}$ 、又は、前記減衰量  $V_{p2}$  及び発生量  $V_{p3}$  を用いて分極電圧  $V_p$  を算出する分極電圧算出部と、

前記無負荷電圧  $V_o$  から前記分極電圧  $V_p$  を減算することにより、前記二次電池の起電力  $V_e$  を算出する起電力算出部と、

前記起電力  $V_e$  に基づいて、前記二次電池の残存容量 (SOC) を推定する残存容量推定部と、を備える二次電池の残存容量推定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次電池の残存容量推定方法及び装置に関し、詳しくは、電気自動車 (PEV) やハイブリッド車両 (HEV) 等に、モータの動力源および各種負荷の駆動源として搭載される二次電池の残存容量 (SOC: State of Charge) を推定する方法及び同残存容量を推定するための装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、ハイブリッド車両 (HEV) では、走行に必要な動力と比較してエンジンからの出力が大きい場合には、余剰の動力で発電機を駆動して二次電池 (例えば、ニッケル-水素バッテリ [略称: Ni-MH]) の充電が行われる。これと反対に、エンジンからの出力が小さい場合には、二次電池の電力を用いてモータを駆動してエンジンをアシストする。この場合、二次電池の放電が行われる。HEV では、このように充放電等を制御して二次電池を適正な作動状態に維持することが要求される。

【0003】

そのために、二次電池に関わる充放電電流  $I$ 、端子電圧  $V$ 、二次電池の温度  $T$  等の各種の検出データを用い、制御装置及び制御プログラムにより二次電池の残存容量 (以下、「SOC」と称す。) を推定し、HEV の燃料消費効率が最良となるように、且つ、加速時のモータ駆動によるパワーアシスト (動力補助) 及び減速時のエネルギー回収 (回生制動) をバランス良く動作させるように、SOC 制御が行われている (例えば、特許文献 1 を参照)。

【0004】

具体的には、この SOC 制御によって、例えば、SOC が 50% から 60% の範囲内になるように二次電池の充放電を調節している。即ち、SOC が低下し、50% 以下になっ

10

20

30

40

50

た場合には、充電を優先させる制御を行い、逆に、SOCが上昇して60%以上になった場合には放電を優先させる制御を行っている。

【0005】

このようなSOC制御を正確に行うために、従来、例えば、以下のような方法でSOCが推定されている。

まず、所定期間  $t$  (ここでは、60sec) に端子電圧  $V$  と充放電された充放電電流  $I$  との組データを複数個取得して記憶し、その組データから、最小二乗法を用いた統計処理により1次の近似直線(電圧  $V$  - 電流  $I$  近似直線)を演算し、この  $V$  -  $I$  近似直線の  $V$  切片を無負荷電圧  $V_0$  として求める。

【0006】

次に、(1) 充放電電流  $I$  を前記所定期間積算して積算容量  $Q (= \int I dt)$  を求め、当該所定期間における積算容量  $Q$  の変化量  $\Delta Q$  (前回に所定期間で積算した積算容量  $Q$  と、今回に所定期間で積算した積算容量  $Q$  との差) と二次電池の温度  $T$  (例えば、 $-30 \leq T \leq 60$ ) に基づいて二次電池の分極電圧  $V_p$  を演算する。或いは、(2) 所定の計算式を用いて分極電圧  $V_p$  の減衰量及び発生量  $\Delta V_p$  を算出し、当該減衰量及び発生量  $\Delta V_p$  に基づいて二次電池の分極電圧  $V_p$  を演算する。ここで、分極電圧  $V_p$  とは、起電力  $V_e$  から決まる理論的な二次電池の開放電圧 (OCV) と実際の二次電池の開放電圧との差である。

【0007】

そして、無負荷電圧  $V_0$  から分極電圧  $V_p$  を減算することで、電池の起電力  $V_e$  を求める。次に、予め用意されている起電力  $V_e$  - SOC 特性テーブルを参照し、求められた起電力  $V_e$  から SOC を推定する。

【0008】

ところで、従来のHEVのSOC制御においては、HEVの起動時(イグニッションスイッチのオン時)に分極電圧  $V_p$  の推定を行ってからエンジンを始動させるまでの期間等では、二次電池は充放電が行われている充放電状態(以下、「バッテリカレント状態」と称す。)にあると看做し、この状態を想定して分極電圧  $V_p$  が演算されている(例えば、特許文献2を参照)。

【特許文献1】特開2007-292648号公報

【特許文献2】特開2003-197275号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、発明者らが鋭意探究した結果、HEVの起動時からエンジンを始動させるまでクランクシャフトが回転していない期間や、HEVを走行状態から駐停車を行い、エンジンを停止させてからの期間では、二次電池は充放電が行われていない非充放電状態であるノー・バッテリカレント状態が長時間に亘って継続していることを確認した。

【0010】

バッテリカレント状態では、二次電池が充放電を煩雑に繰り返していることにより、分極電圧  $V_p$  を発生させる原因となる電極反応界面のイオン種が速やかに消失するため、分極電圧  $V_p$  の減衰速度が速い。これに対し、ノー・バッテリカレント状態では二次電池に電流が流れないため、電極反応界面のイオン種が消失しにくい。このためバッテリカレント状態に比べ、著しく分極電圧  $V_p$  の減衰速度が遅い。

【0011】

したがって、このようなノー・バッテリカレント状態においても、上述した分極電圧  $V_p$  の減衰状態での演算法をそのまま用いると、分極電圧  $V_p$  を実際よりも過度に減衰させてしまい、演算される分極電圧  $V_p$  が実際と乖離するようになって、前記した方法により算出される起電力  $V_e$ 、及び、推定されるSOC (SOC推定値) に誤差を生じることとなる。

【0012】

10

20

30

40

50

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、HEV等に搭載される二次電池のSOCを正確に推定しうる二次電池の残存容量推定方法及び装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記問題点を解決するために、請求項1に記載の発明は、二次電池の無負荷電圧 $V_o$ を算出する無負荷電圧算出ステップと、二次電池に充放電電流が流れていないノー・バッテリカレント状態と、二次電池に充放電電流が流れているバッテリカレント状態とを判別するバッテリカレント状態判別ステップと、前記ノー・バッテリカレント状態において、二次電池の端子電圧 $V$ の変動量 $\Delta V$ を測定する電圧変動測定ステップと、同ノー・バッテリカレント状態において、該変動量 $\Delta V$ に基づき、前記ノー・バッテリカレント状態における分極電圧 $V_p$ の減衰量としての静的減衰量 $\Delta V_{p1}$ を算出する静的減衰量算出ステップと、前記バッテリカレント状態において、分極電圧 $V_p$ の動的減衰量 $\Delta V_{p2}$ 及び動的発生量 $\Delta V_{p3}$ を算出する動的減衰量・発生量算出ステップと、前記減衰量 $\Delta V_{p1}$ 、又は、前記減衰量 $\Delta V_{p2}$ 及び発生量 $\Delta V_{p3}$ を用いて分極電圧 $V_p$ を算出する分極電圧算出ステップと、前記無負荷電圧 $V_o$ から前記分極電圧 $V_p$ を減算することにより、前記二次電池の起電力 $V_e$ を算出する起電力算出ステップと、前記起電力 $V_e$ に基づいて、前記二次電池の残存容量(SOC)を推定する残存容量推定ステップと、を備える二次電池の残存容量推定方法、を要旨とする。

【0014】

同構成によれば、ノー・バッテリカレント状態において測定され、二次電池に充放電電流が流れず(即ち、充放電電流が「0」)、その起電力 $V_e$ に変動がないために分極電圧 $V_p$ の減衰のみが寄与すると考えられる二次電池の端子電圧 $V$ の変動量 $\Delta V$ に基づいて分極電圧 $V_p$ が算出される。このため、算出される分極電圧 $V_p$ が過度に減衰することがなく、ノー・バッテリカレント状態における実際の分極電圧値に近づくようになる。この結果、起電力 $V_e$ が正確に算出されるとともに、SOCが正確に推定されるようになる。また、二次電池の端子電圧 $V$ の変動量 $\Delta V$ に基づき、ノー・バッテリカレント状態における分極電圧 $V_p$ の減衰量としての静的減衰量 $\Delta V_{p1}$ が算出されるとともに、該 $\Delta V_{p1}$ に基づいて分極電圧 $V_p$ が算出される。このような静的減衰量 $\Delta V_{p1}$ を用いることにより、ノー・バッテリカレント状態における分極電圧 $V_p$ が的確に算出されるようになる。

【0015】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の二次電池の残存容量推定方法において、前記分極電圧算出ステップでは、前記静的減衰量 $\Delta V_{p1}$ を、下式1、 $\Delta V_{p1} = \Delta V \cdot$ 補正係数 $K_a \dots$ (式1)によって算出するとともに、前記分極電圧 $V_p$ を、下式2、今回の分極電圧 $V_p(j) =$ 前回の分極電圧 $V_p(j-1) - \Delta V_{p1} \dots$ (式2)によって算出するようにしたこと、を要旨とする。

【0016】

同構成によれば、静的減衰量 $\Delta V_{p1}$ が、 $\Delta V_{p1} = \Delta V \cdot$ 補正係数 $K_a$ によって算出されるとともに、分極電圧 $V_p$ が、今回の分極電圧 $V_p(j) =$ 前回の分極電圧 $V_p(j-1) - \Delta V_{p1}$ によって算出される。このような計算式を用いることにより、ノー・バッテリカレント状態における分極電圧 $V_p$ が的確に算出されるようになる。

【0017】

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の二次電池の残存容量推定方法において、前記補正係数 $K_a$ は、二次電池の温度に依存する自己放電量に応じて決定するようにしたこと、を要旨とする。

【0018】

同構成によれば、ノー・バッテリカレント状態において静的減衰量 $\Delta V_{p1}$ の計算に用いる補正係数 $K_a$ が、二次電池の温度に依存する自己放電量に応じて決定されるようになる。

【0019】

10

20

30

40

50

請求項 4 に記載の発明は、二次電池の無負荷電圧  $V_o$  を算出する無負荷電圧算出部と、二次電池に充放電電流が流れていないノー・バッテリカレント状態と、二次電池に充放電電流が流れているバッテリカレント状態とを判別するバッテリカレント状態判別部と、前記ノー・バッテリカレント状態において、二次電池の端子電圧  $V$  の変動量  $\Delta V$  を測定する電圧変動測定部と、同ノー・バッテリカレント状態において、該変動量  $\Delta V$  に基づき、前記ノー・バッテリカレント状態における分極電圧  $V_p$  の減衰量としての静的減衰量  $V_{p1}$  を算出する静的減衰量算出部と、前記バッテリカレント状態において、分極電圧  $V_p$  の動的減衰量  $V_{p2}$  及び動的発生量  $V_{p3}$  を算出する動的減衰量・発生量算出部と、前記減衰量  $V_{p1}$ 、又は、前記減衰量  $V_{p2}$  及び発生量  $V_{p3}$  を用いて分極電圧  $V_p$  を算出する分極電圧算出部と、前記無負荷電圧  $V_o$  から前記分極電圧  $V_p$  を減算することにより、前記二次電池の起電力  $V_e$  を算出する起電力算出部と、前記起電力  $V_e$  に基づいて、前記二次電池の残存容量 (SOC) を推定する残存容量推定部と、を備える二次電池の残存容量推定装置、を要旨とする。

10

#### 【0020】

同構成によれば、ノー・バッテリカレント状態において測定され、二次電池に充放電電流が流れず、その起電力  $V_e$  に変動がないために分極電圧  $V_p$  の減衰のみが寄与すると考えられる二次電池の端子電圧  $V$  の変動量  $\Delta V$  に基づいて分極電圧  $V_p$  が算出される。このため、算出される分極電圧  $V_p$  が過度に減衰することがなく、ノー・バッテリカレント状態における実際に分極電圧値に近づくようになる。この結果、起電力  $V_e$  が正確に算出されるとともに、SOC が正確に推定されるようになる。

20

#### 【発明の効果】

#### 【0021】

本発明の二次電池の残存容量推定方法及び装置によれば、HEV等に搭載される二次電池のSOCを正確に推定することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0022】

以下、本発明を具体化した実施形態について図面に従って説明する。

図1に示すように、電池パックシステム1は、ハイブリッド車両(HEV)に搭載された場合、通常、モータに対する所定の出力を得るため、例えば、各々がニッケル-水素バッテリーである複数の単電池が電気的に直列接続された電池モジュールがさらに複数個電気的に直列接続されて構成される二次電池10aと、該二次電池10aの充放電に寄与させるために同二次電池10aのSOCを推定する残存容量推定装置としての電池ECU10とから構成される。

30

#### 【0023】

電池ECU10は、電圧センサ(不図示)により検出された二次電池10aの端子電圧  $V$  を所定のサンプリング周期(例えば、0.1sec)で電圧データ  $V(n)$  ( $n$  はサンプリング回数、以下同様。)として測定する電圧測定部11と、電流センサ(図示せず)により検出された二次電池10aの充放電電流  $I$  を所定のサンプリング周期(例えば、0.1sec)で電流データ  $I(n)$  (充電方向は-、放電方向は+の符号となる。)として測定する電流測定部12と、温度センサ(不図示)により検出された二次電池10aの温度を所定のサンプリング周期(例えば、0.1sec)で温度データ  $T(n)$  として測定する温度測定部13とを備えている。

40

#### 【0024】

電池ECU10は、起電力演算部14と、電流積算係数補正部15と、加算器16と、SOC推定部(残存容量推定部)17と、参照テーブル(LUT)18aを有する充電効率算出部18と、参照テーブル(LUT)19aを有する分極電圧推定部19とをさらに備えている。ここで、起電力演算部14は、組データ選別部14aと、無負荷電圧算出部14bと、無負荷電圧判定部14cと、減算器14eを有する起電力算出部14dと、図2に詳細を示す、分極電圧  $V_p$  を演算して出力する分極電圧演算部100とを備えている。

50

## 【 0 0 2 5 】

電圧測定部 1 1 からの電圧データ  $V(n)$  と、電流測定部 1 2 からの電流データ  $I(n)$  とは、所定期間  $t$  (ここでは、60 sec) に組データとして、組データ選別部 1 4 a に入力される。組データ選別部 1 4 a は、選別条件として、充電方向 (-) と放電方向 (+) における電流データ  $I(n)$  の値が所定の範囲内 (例えば、 $\pm 50 A$ ) であり、充電方向と放電方向における電流データ  $I(n)$  の個数が所定数以上 (例えば、60 サンプル中の充電及び放電方向で各 10 個) であり、また組データ取得中の積算容量  $Q$  の変化量  $Q$  が所定の範囲内 (例えば、 $0.3 Ah$ ) である場合に、電圧データ  $V(n)$  と電流データ  $I(n)$  の組データが有効であると判断され、それらを選別して有効な組データ  $S(V(n), I(n))$  として出力する。ここで、積算容量  $Q$  は、充放電電流  $I$  を前記所定期間  $t$  で積算して得られる物理量であり、変化量  $Q$  は、前回に所定期間  $t$  で積算した積算容量  $Q(i-1)$  と、今回に所定期間  $t$  で積算した積算容量  $Q(i)$  との差 ( $Q(i) - Q(i-1)$ ) である。

10

## 【 0 0 2 6 】

組データ選別部 1 4 a からの有効な組データ  $S(V(n), I(n))$  は、無負荷電圧算出部 1 4 b に入力される。無負荷電圧算出部 1 4 b では、図 3 に示すように、有効な組データ  $S(V(n), I(n))$  から、最小二乗法を用いた統計処理により、1 次の電圧 - 電流直線 (電圧  $V$  - 電流  $I$  近似直線) を演算し、この  $V - I$  近似直線の  $V$  切片を、充放電電流が「0」のときの二次電池 1 0 a の無負荷電圧  $V_0$  として求める。従って、本実施形態における「0」の意味は、二次電池 1 0 a に入出力される充放電電流  $I$  が事実上ゼロ (零) であることを厳密に意味するのではなく、充放電電流  $I$  が統計上ゼロに相当することを意味することになる。

20

## 【 0 0 2 7 】

無負荷電圧算出部 1 4 b からの無負荷電圧  $V_0$  は、次に、無負荷電圧判定部 1 4 c に入力される。無負荷電圧判定部 1 4 c では、判定条件として、近似直線に対する組データ  $S(V(n), I(n))$  の分散値が求められ、この分散値が所定の範囲内にあるか、又は、近似直線と組データ  $S(V(n), I(n))$  との相関係数を求め、この相関係数が所定値以上である場合に、算出された無負荷電圧  $V_0$  が有効であると判断され、起電力算出部 1 4 d へ出力される。

## 【 0 0 2 8 】

電圧測定部 1 1 からの電圧データ  $V(n)$  と、電流測定部 1 2 からの電流データ  $I(n)$  と、温度測定部 1 3 からの温度データ  $T(n)$  とは、前記所定期間  $t$  に分極電圧演算部 1 0 0 に入力され、後述する方法によって分極電圧  $V_p$  が演算され、出力される。

30

## 【 0 0 2 9 】

そして、起電力算出部 1 4 d (減算器 1 4 e) において、無負荷電圧判定部 1 4 c からの有効な無負荷電圧  $V_0$  より、分極電圧演算部 1 0 0 からの分極電圧  $V_p$  が減算され、起電力  $V_e$  として出力される。

## 【 0 0 3 0 】

図 2 に示すように、前記した分極電圧演算部 1 0 0 は、バッテリーカレント状態判別部 1 0 1 と、電圧変動測定部 1 0 2 と、参照テーブル (LUT) 1 0 3 a を有する静的減衰量算出部 1 0 3 と、参照テーブル (LUT) 1 0 4 a を有する動的減衰量・発生量算出部 1 0 4 と、分極電圧算出部 1 0 0 a とを備えている。この分極電圧算出部 1 0 0 a は、今回の分極電圧  $V_p(j)$  ( $j$  は各所定期間  $t$  ごとに設定される制御周期の回数である。以下同様。) に対して、前回 (1 制御周期前) の分極電圧  $V_p(j-1)$  を記憶する前回分極電圧記憶部 1 0 7 と、一対の減算器 1 0 5, 1 0 6 (減算器 1 0 6 は加算器としても機能する。) とを備えている。この一対の減算器 1 0 5, 1 0 6 には、前回分極電圧記憶部 1 0 7 から前回の分極電圧  $V_p(j-1)$  が出力され、今回の分極電圧  $V_p(j)$  が演算される。

40

## 【 0 0 3 1 】

バッテリーカレント状態判別部 1 0 1 には、電圧測定部 1 1 からの電圧データ  $V(n)$  と

50

、電流測定部 12 からの電流データ  $I(n)$  と、温度測定部 13 からの温度データ  $T(n)$  とが入力される。そして、同バッテリカレント状態判別部 101 では、二次電池 10a に充放電電流  $I$  が流れていないノー・バッテリカレント状態と、二次電池 10a に充放電電流  $I$  が流れているバッテリカレント状態とが判別される。

#### 【0032】

電圧変動測定部 102 には、電圧測定部 11 からの電圧データ  $V(n)$  が入力され、該  $V(n)$  に基づき、二次電池の所定期間  $t$  (ここでは、60sec) における端子電圧  $V$  の変動量  $\Delta V$  が測定され、静的減衰量算出部 103 に出力される。

#### 【0033】

ここで、図 4 を参照しながら該変動量  $\Delta V$  について説明すると、図 4(a)(i) に示すように、HEV を走行状態、即ち、二次電池 10a において充放電が行われているバッテリカレント状態から駐停車を行い、エンジンを停止させると、二次電池 10a に充放電電流  $I$  が流れていないノー・バッテリカレント状態が発生する。この状態では、二次電池に充放電電流  $I$  が流れず、その起電力  $V_e$  に変動がないために、停止直前の制御周期において、充電過多の制御が行われていた場合には、図 4(a)(ii) に示すように、時間  $t$  の経過に従い、二次電池 10a の端子電圧  $V$  は減少し、次第に 0[V] に接近する二次電池 10a の端子電圧  $V$  の変動量  $\Delta V$  には、起電力  $V_e$  は寄与せず、分極電圧  $V_p$  の減衰が主として寄与するといえる。従って、図 4(b) に示すように、当該変動量  $\Delta V$  に、二次電池 10a の温度  $T$  に依存する自己放電量に応じた補正係数  $K_a$  を乗算することによって分極電圧  $V_p$  の減衰量 (静的減衰量  $\Delta V_{p1}$ ) を得ることができる。尚、図 4(b) に示す分極電圧  $V_p$  の減衰は、二次電池 10a の充電分極での状態を示しており、同図の上方向 (+) から下方向 (-) に向けて、時間  $t$  の経過に従い、次第に 0[V] に接近するようになる。また、補正係数  $K_a$  は、二次電池 10a の温度  $T$  に依存する自己放電量に応じて算出される。具体的には、静的減衰量算出部 103 の参照テーブル (LUT) 103a に記憶された、同補正係数  $K_a$  と二次電池 10a の温度  $T$  との関係を示すマップに基づいて算出される。このマップは予め実験等により求めておくことができる。尚、二次電池 10a の放電分極の状態では、図 4(b) の下方向 (-) から上方向 (+) に向けて、時間  $t$  の経過に従い、次第に 0[V] に接近するようになる。

#### 【0034】

図 2 に戻り、分極電圧演算部 100 において、静的減衰量算出部 103 には、バッテリカレント状態判別部 101 から電流データ  $I(n)$  及び温度データ  $T(n)$ 、並びに、電圧変動測定部 102 からの変動量  $\Delta V$  が入力される。そして、同静的減衰量算出部 103 では、ノー・バッテリカレント状態における分極電圧  $V_p$  の減衰量としての静的減衰量  $\Delta V_{p1}$  が前述のようにして算出され、出力される。

#### 【0035】

分極電圧演算部 100 において、動的減衰量・発生量算出部 104 には、バッテリカレント状態判別部 101 から電流データ  $I(n)$  及び温度データ  $T(n)$  が入力され、バッテリカレント状態における分極電圧  $V_p$  の減衰量としての動的減衰量  $\Delta V_{p2}$  及びバッテリカレント状態における分極電圧  $V_p$  の発生量としての動的発生量  $\Delta V_{p3}$  が算出され、出力される。この動的減衰量  $\Delta V_{p2}$  は、動的減衰量・発生量算出部 104 の参照テーブル (LUT) 104a に記憶された、後述する減衰係数  $K_b$  と、所定時間  $T$  (ここでは、60sec) における積算容量の変化量  $Q$  及び二次電池 10a の温度  $T$  との関係を示すマップに基づいて算出される。詳しくは、バッテリカレント状態において、分極電圧演算部 100 は、前記所定時間  $T$  における (1 制御周期毎の) 充放電が充電過多か放電過多かにより、充電分極と放電分極のいずれが主に発生しているかを判断する。そして、当該分極の減衰状態を考慮した分極電圧  $V_{pa}$  が、動的減衰量・発生量算出部 104 の参照テーブル (LUT) 104a に記憶された、同分極電圧  $V_{pa}$  と、積算容量の変化量  $Q$  と温度  $T$  との関係を示すマップに基づいて算出される。そして、後述する (式 3) によって、動的減衰量  $\Delta V_{p2}$  が求められる。尚、これらのマップは予め実験等により求めておくことができる。さらに、動的発生量  $\Delta V_{p3}$  は、動的減衰量・発生量算出部 104 の参

10

20

30

40

50

照テーブル ( L U T ) 1 0 4 a に記憶された、後述する分極電圧発生係数  $h$  と、所定時間  $T$  (ここでは、60 sec) における積算容量  $Q$  に基づいて、後述する (式 3 a) によって求めることができる。

【 0 0 3 6 】

また、動的減衰量・発生量算出部 1 0 4 には、前回分極電圧記憶部 1 0 7 から前回の分極電圧  $V_p (j - 1)$  が入力される。そして、分極電圧算出部 1 0 0 a では、静的減衰量算出部 1 0 3 からの静的減衰量  $V_{p1}$ 、又は、動的減衰量・発生量算出部 1 0 4 からの動的減衰量  $V_{p2}$  及び動的発生量  $V_{p3}$  が、それぞれ、減算器 1 0 5, 1 0 6 に入力される。そして、同減算器 1 0 5, 1 0 6 において、前回分極電圧記憶部 1 0 7 から出力される前回の分極電圧  $V_p (j - 1)$  から静的減衰量  $V_{p1}$  が減算されるか、或いは、前回の分極電圧  $V_p (j - 1)$  から動的減衰量  $V_{p2}$  が減算されるとともに、前回の分極電圧  $V_p (j - 1)$  に動的発生量  $V_{p3}$  が加算されることで、今回の分極電圧  $V_p (j)$  が演算され、起電力算出部 1 4 d (減算器 1 4 e) に出力される。尚、本実施形態においては、同減算器 1 0 5, 1 0 6 に入力される減衰量 (静的減衰量  $V_{p1}$  又は動的減衰量  $V_{p2}$ ) は、充電分極の場合は符号が + (プラス) となり、放電分極の場合は符号が - (マイナス) となる。

10

【 0 0 3 7 】

そして、起電力算出部 1 4 d (減算器 1 4 e) において、無負荷電圧判定部 1 4 c からの有効な無負荷電圧  $V_o$  より、分極電圧演算部 1 0 0 からの分極電圧  $V_p (j)$  が減算され、起電力  $V_e (= V_o - V_p (j))$  として出力される。

20

【 0 0 3 8 】

さらに、この起電力算出部 1 4 d (起電力演算部 1 4) からの起電力  $V_e$  は、電流積算係数補正部 1 5 に入力される。電流積算係数補正部 1 5 では、起電力  $V_e$  に応じて、電流積算係数に対する補正量  $\alpha$  が決定される。起電力  $V_e$  に対する補正量  $\alpha$  は 1 次式で表され、この 1 次式は系の収束性を考慮して決定される。電流積算係数補正部 1 5 で求められた補正量  $\alpha$  は、充電効率算出部 1 8 から出力される充電効率  $\eta$  と、加算器 1 6 において加算されて、電流積算係数  $C$  となる。

【 0 0 3 9 】

加算器 1 6 からの電流積算係数  $C$  は、SOC 推定部 1 7 に入力される。SOC 推定部 1 7 では、電流測定部 1 2 からの電流データ  $I (n)$  に電流積算係数  $C$  が乗算されて、前記所定期間  $t$  における電流積算により、残存容量 SOC が推定される。

30

【 0 0 4 0 】

また、この SOC 推定値は、前記した充電効率算出部 1 8 及び分極電圧推定部 1 9 に入力される。

そして、充電効率算出部 1 8 では、参照テーブル ( L U T ) 1 8 a に記憶されている、温度  $T$  をパラメータとした SOC 推定値に対する充電効率  $\eta$  の特性曲線から、温度測定部 1 3 で測定された温度データ  $T (n)$  に基づいて、充電効率  $\eta$  が算出される。尚、電池パックシステム 1 が放電状態にある場合は、充電効率  $\eta$  は 1 に固定され、電池パックシステム 1 が充電状態にある場合に、充電効率算出部 1 8 により算出された充電効率  $\eta$  が用いられる。

40

【 0 0 4 1 】

また、分極電圧推定部 1 9 では、参照テーブル ( L U T ) 1 9 a に記憶されている、SOC 推定値と起電力  $V_e$  との関係に基づいて、現在 (初期状態) の SOC 推定値から現在の起電力  $V_e$  が推定 (演算) され、当該起電力  $V_e$  を無負荷電圧  $V_o$  から減算することによって分極電圧  $V_p (j)$  の初期値としての  $V_p (0)$  が算出される。この  $V_p (0)$  は、それ以外の分極電圧  $V_p (j)$  ( $j > 0$ ) と同様、前回分極電圧記憶部 1 0 7 に入力され、一時的に記憶された後、前記したように、一対の減算器 1 0 5, 1 0 6 に出力される。

【 0 0 4 2 】

次に、以上のように構成された電池パックシステム 1 における SOC 推定の処理手順に

50



ついて、図5を参照して説明する。

まず、ステップS1において、上述したように、電圧データ $V(n)$ と電流データ $I(n)$ を組データとして測定する(S1)。

【0043】

続いて、ステップS1aにおいて、二次電池10aが、充放電電流 $I$ が流れていないノー・バッテリカレント状態であるか、或いは、充放電電流 $I$ が流れているバッテリカレント状態にあるかが判別される(S1a; バッテリカレント状態判別ステップ)。具体的には、前記所定期間 $t$ (ここでは、60sec)を1制御周期として電流測定部12からバッテリカレント状態判別部101に入力される電流データ $I(n)$ が、常時0[A]近傍(ここでは、 $-1[A] < I(n) < 1[A]$ )であるか否かが同バッテリカレント状態判別部101において判断される。その結果、同所定期間 $t$ に電流データ $I(n)$ が、常時0[A]近傍である場合に、二次電池10aが、ノー・バッテリカレント状態であると判断され、それ以外の場合にバッテリカレント状態であると判断される。具体的には、図6に示すように、バッテリカレント状態からノー・バッテリカレント状態に移行してから $t_0$ (ここでは、60sec)時間経過以降に当該ノー・バッテリカレント状態での制御が行なわれる。

10

【0044】

このステップS1aにおいて、二次電池10aが、ノー・バッテリカレント状態であると判断された場合(判断結果が肯定「YES」)には、ステップS6に進み、バッテリカレント状態であると判断された場合(判断結果が否定「NO」)には、ステップS2に進む。

20

【0045】

次に、ステップS2では、ステップS1で測定された電圧データ $V(n)$ と電流データ $I(n)$ の組データが、有効な組データであるか否かを調べるために、それらが上述した選別条件を満たすか否かを判断する(S2)。

【0046】

このステップS2の判断で、選別条件を満たさない場合(判断結果が否定「NO」)、ステップS2aに進み、電圧データ $V(n)$ と電流データ $I(n)$ を組データとして再度測定し(S2a)、その後S2に移行する。一方、ステップS2の判断で、選別条件を満たす場合(判断結果が肯定「YES」)には、ステップS3に進み、複数個(例えば、60サンプル中の充電及び放電方向で各10個)の有効な組データ $S(V(n), I(n))$ を取得する(S3)。

30

【0047】

次に、有効な組データ $S(V(n), I(n))$ から、上述したように、最小二乗法を用いた統計処理により、1次の電圧-電流直線(電圧 $V$ -電流 $I$ 近似直線)を求め、その $V-I$ 近似直線の $V$ 切片を無負荷電圧 $V_0$ として算出する(S4; 無負荷電圧算出ステップ)。

【0048】

次いで、ステップS4で算出した無負荷電圧 $V_0$ が有効であるか否かを調べるために、それが上述した判定条件を満たすか否かを判断する(S5)。このステップS5の判断で、判定条件を満たさない場合(判断結果が否定「NO」)には、ステップS3に戻り、別の複数個(例えば、60サンプル中の別の充電及び放電方向で各10個)の有効な組データ $S(V(n), I(n))$ を取得して、ステップS4、S5の処理を繰り返す。一方、ステップS5の判断で、算出した無負荷電圧 $V_0$ が判定条件を満たす場合(判断結果が肯定「YES」)には、算出した無負荷電圧 $V_0$ を起電力 $V_e$ の計算に用いる。

40

【0049】

ステップS6では、ノー・バッテリカレント状態であるため、最初の所定時間 $t$ ( $t_0$ )の初期の端子電圧 $V$ を無負荷電圧 $V_0$ とする。

続くステップS7aでは、二次電池の端子電圧 $V$ の変動量 $\Delta V$ を測定する(S7a; 電圧変動測定ステップ)。具体的には、ノー・バッテリカレント状態において、電圧測定部

50

11から電圧変動測定部102に入力される電圧データ $V(n)$ に基づき、図4(a)(ii)に示す所定期間 $t$ の変動量 $V$ を測定する。

【0050】

そして、ステップS8aでは、同変動量 $V$ に基づき、静的減衰量算出部103において、静的減衰量 $V_{p1}$ を下式1によって算出するとともに、該静的減衰量 $V_{p1}$ に基づいて分極電圧 $V_p$ を算出する(S8a; 静的減衰量算出ステップ, 分極電圧算出ステップ)。

【0051】

$$V_{p1} = V \cdot \text{補正係数 } K_a \dots (\text{式1})$$

ここで、補正係数 $K_a$ は、前述したとおり、二次電池10aの温度 $T$ に依存する自己放電量に応じて決定される。

10

【0052】

そして、同ステップS8aでは、この静的減衰量 $V_{p1}$ に基づいて分極電圧 $V_p$ を算出する(分極電圧算出ステップ)。具体的には、前記した減算器105, 106及び前回分極電圧記憶部107によって、分極電圧 $V_p$ を下式2によって算出し、ステップS9に進む。

【0053】

$$\text{今回の分極電圧 } V_p(j) = \text{前回の分極電圧 } V_p(j-1) - V_{p1} \dots (\text{式2})$$

ここで、 $j$ は1制御周期に対応させている。また、分極電圧 $V_p(j)$ の初期値としての $V_p(0)$ は上述した方法により算出される。

20

【0054】

一方、ステップS7bでは、バッテリーカレント状態における分極電圧 $V_p$ の減衰量を算出する(S7b; 動的減衰量・発生量算出ステップ)。具体的には、動的減衰量・発生量算出部104において、バッテリーカレント状態における分極電圧 $V_p$ の減衰量としての動的減衰量 $V_{p2}$ を下式3によって算出する。

【0055】

$$V_{p2} = \text{分極電圧 } V_{pa} \cdot \text{減衰係数 } K_b \dots (\text{式3})$$

ここで、減衰係数 $K_b$ は、二次電池10aが充放電の行われているバッテリーカレント状態にあることを想定して決定されたものであり、充放電電流 $I$ の積算容量 $Q$ 及び二次電池10aの温度 $T$ に応じて決定される。具体的には、減衰係数 $K_b$ は、動的減衰量・発生量算出部104の参照テーブル(LUT)104aに記憶された、同減衰係数 $K_b$ と、充放電電流 $I$ の積算容量 $Q$ 及び二次電池10aの温度 $T$ の関係を示すマップに基づいて算出される。

30

【0056】

また、動的減衰量・発生量算出部104は、動的発生量 $V_{p3}$ をバッテリーカレント状態における分極電圧 $V_p$ の発生量としての動的発生量 $V_{p3}$ を下式3aによって算出する。このように、1制御周期の動的発生量 $V_{p3}$ は、充放電電流 $I$ の積分量に係数 $h$ を乗算し、ある値で制限することによって得られる。

【0057】

$$V_{p3} = h \cdot I \dots (\text{式3a})$$

40

ここで、 $h$ は、二次電池10aの温度 $T$ をパラメータとして、予め実験等によって求められた関数 $f(T)$ に基づいて算出される分極電圧発生係数であり、 $I$ は、電流データ $I(n)$ の電流積算値、つまり、積算容量 $Q$ を示す。

【0058】

尚、一般に、正極(電極)、負極(電極)、セパレータ、及び電解液からなる二次電池において、バッテリーカレント状態では、二次電池10aが充放電を煩雑に繰り返していることにより、分極電圧 $V_p$ を発生させる原因となる電極反応界面のイオン種が速やかに消失するため、分極電圧 $V_p$ の減衰速度が速い。これに対し、ノー・バッテリーカレント状態では二次電池10aに電流が流れないため、電極反応界面のイオン種が消失しにくい。このためバッテリーカレント状態に比べ、著しく分極電圧 $V_p$ の減衰速度が遅い。したがって

50

、ノー・バッテリカレント状態においても、上式3で算出した動的減衰量  $V_{p2}$  を使用して分極電圧  $V_p$  を算出すれば、つまり、ノー・バッテリカレント状態においても、動的減衰量・発生量算出ステップとしてのステップS7bにおける動的減衰量  $V_{p2}$  を用いて分極電圧  $V_p$  を算出すれば、ノー・バッテリカレント状態においては、静的減衰量  $V_{p1}$  を使用した場合と比較して分極電圧  $V_p$  は過度に減衰してしまうことになる。そして、演算される分極電圧  $V_p$  が実際と乖離するようになって、前記した方法により算出される起電力  $V_e$ 、及び、推定されるSOC (SOC推定値) に誤差を生じることとなる。

【0059】

次に、ステップS8bにおいて、この動的減衰量  $V_{p2}$  及び動的発生量  $V_{p3}$  に基づいて分極電圧  $V_p$  を算出する (S8b; 分極電圧算出ステップ)。具体的には、前記した分極電圧算出部100aによって、分極電圧  $V_p$  を下式4によって算出し、ステップS9に進む。

10

【0060】

今回の分極電圧  $V_p(j) =$  前回の分極電圧  $V_p(j-1) - V_{p2} + V_{p3}$   
 ... (式4)

すると、図6に示すように、二次電池10aに充放電電流  $I$  が流れなくなり、ノー・バッテリカレント状態になってからの最初の所定期間  $t_o (= 60 \text{ sec})$ 、つまり、最初の制御周期では、分極電圧  $V_p$  は、計算上、動的減衰量  $V_{p2}$  及び動的発生量  $V_{p3}$  に従い、急峻に減少することがあるが、同所定期間  $t_o$  を過ぎると、静的減衰量  $V_{p1}$  に従い、緩やかに減少するようになる。

20

【0061】

ステップS9では、有効な無負荷電圧  $V_o$  からステップS8a又はステップS8bで得られた分極電圧  $V_p$  を減算し、起電力  $V_e$  とする (S9; 起電力算出ステップ)。尚、ここでは、充電方向に分極電圧  $V_p$  が生じていれば、起電力  $V_e$  が実際値より高めに算出され、放電方向に分極電圧  $V_p$  が生じていれば、起電力  $V_e$  が実際値より低めに算出されることになる。

【0062】

次のステップS10では、起電力  $V_e$  に応じて、電流積算係数に対する補正量を算出する (S10)。また、測定した温度データ  $T(n)$  に基づいて、現在推定している残存容量SOC (SOC推定値) から充電効率を算出する (S11)。次に、ステップS10で求めた補正量とステップS11で求めた充電効率とを加算して、電流積算係数を算出する (S12)。最後に、電流積算係数を電流データ  $I(n)$  に乗算して、各所定期間  $t$  における電流積算により、残存容量SOCを推定する (S13; 残存容量推定ステップ)。

30

【0063】

本実施形態によれば、以下のような作用・効果を得ることができる。

(1) ノー・バッテリカレント状態において測定され、二次電池10aに充放電電流  $I$  が流れず、その起電力  $V_e$  に変動がないために分極電圧  $V_p$  の減衰のみが寄与すると考えられる二次電池10aの端子電圧  $V$  の変動量  $\Delta V$  に基づいて分極電圧  $V_p$  が算出される。このため、算出される分極電圧  $V_p$  が過度に減衰することがなく、ノー・バッテリカレント状態における実際の分極電圧値に近づくようになる。この結果、起電力  $V_e$  が正確に算出されるとともに、SOCが正確に推定されるようになる。また、二次電池10aの端子電圧  $V$  の変動量  $\Delta V$  に基づき、ノー・バッテリカレント状態における分極電圧  $V_p$  の減衰量としての静的減衰量  $V_{p1}$  が算出されるとともに、該  $V_{p1}$  に基づいて分極電圧  $V_p$  が算出される。このような静的減衰量  $V_{p1}$  を用いることにより、ノー・バッテリカレント状態における分極電圧  $V_p$  が的確に算出されるようになる。

40

【0064】

(2) 静的減衰量  $V_{p1}$  が、 $V_{p1} = V \cdot$  補正係数  $K_a$  によって算出されるとともに、分極電圧  $V_p$  が、今回の分極電圧  $V_p(j) =$  前回の分極電圧  $V_p(j-1) - V_{p1}$  によって算出される。このような計算式を用いることにより、ノー・バッテリカレ

50

ント状態における分極電圧  $V_p$  が的確に算出されるようになる。

【0065】

(3) ノー・バッテリカレント状態において静的減衰量  $V_{p1}$  の計算に用いる補正係数  $K_a$  が、二次電池 10a の温度  $T$  に依存する自己放電量に応じて決定される。これにより、分極電圧  $V_p$  を得るための静的減衰量  $V_{p1}$  が正確に算出されるようになる。

【0066】

(4) 動的減衰量  $V_{p2}$  が、 $V_{p2} = \text{分極電圧 } V_{pa} \cdot \text{減衰係数 } K_b$  によって算出され、動的発生量  $V_{p3}$  が、 $V_{p3} = h \cdot I$  によって算出されるとともに、分極電圧  $V_p$  が、今回の分極電圧  $V_p(j) = \text{前回の分極電圧 } V_p(j-1) - V_{p2} + V_{p3}$  によって算出される。このような計算式を用いることにより、二次電池 10a において、バッテリカレント状態とノー・バッテリカレント状態が明確に区分され、且つ、バッテリカレント状態における分極電圧  $V_p$  が的確に算出されるようになる。

10

【0067】

(5) バッテリカレント状態において動的減衰量  $V_{p2}$  の計算に用いる減衰係数  $K_b$  が、二次電池 10a に流れる充放電電流  $I$  の積算容量  $Q$  及び二次電池 10a の温度  $T$  に応じて決定される。これにより、分極電圧  $V_p$  を得るための動的減衰量  $V_{p2}$  が正確に算出されるようになる。

【0068】

尚、上記実施形態は以下のように変形してもよい。

・上記実施形態では、HEV を走行状態から駐停車を行い、エンジンを停止させてからの期間において発生するノー・バッテリカレント状態を想定したが、これに限られず、HEV の起動時からエンジンを始動させるまでクランクシャフトが回転していない期間において発生するノー・バッテリカレント状態を想定することも可能である。尚、後者の場合、ノー・バッテリカレント状態が、分極電圧  $V_p$  の推定を開始した時点（イグニッションスイッチのオン時）から継続しているので、前者の場合（図6参照）に比較して、分極電圧  $V_p$  の減衰は緩やかとなる。

20

【0069】

・上記実施形態では、1 制御周期を所定期間  $t (= 60 \text{ sec})$  に設定した。しかしこれに限られず、算出される分極電圧  $V_p$  を過度に減衰させない限り、例えば、10min (= 600 sec) の範囲内で任意に設定することができる。

30

【0070】

・上記実施形態では、補正係数  $K_a$  は、二次電池 10a の温度  $T$  に依存する自己放電量に応じて決定するようにしたが、これに限られず、積算容量  $Q$  及び二次電池 10a の温度  $T$  や、さらにそれに加え、前回の分極電圧  $V_p(j-1)$  に応じて決定することも可能である。

【0071】

・上記実施形態では、起電力演算部 14 から出力される起電力  $V_e$  に対して何ら補正を行うことなく電流積算係数補正部 15 に入力した。しかしこれに限られず、起電力演算部 14 から出力される起電力  $V_e$  に対して、同起電力  $V_e$  の 1 制御周期ごとの変化量  $V_e$  が所定の制限値  $V_t$  を超える場合、同変化量  $V_e$  が当該制限値  $V_t$  を超えないように、起電力  $V_e$  を補正してもよい。具体的には、二次電池 10a が充電側であって、変化量  $V_e$  が当該制限値  $V_t$  を超える場合に、今回の起電力  $V_e = \text{前回の起電力 } V_e + V_t$  とし、二次電池 10a が放電側であって、変化量  $V_e$  が当該制限値  $V_t$  を下回る場合に、今回の起電力  $V_e = \text{前回の起電力 } V_e - V_t$  とすることが挙げられる。

40

【0072】

・上記実施形態では、電池パックシステム 1 をハイブリッド車両 (HEV) に搭載する場合について説明した。しかしこれに限られず、本発明の技術的思想は、電池パックシステム 1 を電気自動車 (PEV) に搭載する場合について適用することも勿論可能である。

【0073】

・上記実施形態では、本発明の技術的思想をニッケル - 水素バッテリーにより構成された

50

電池パックシステム 1 に適用した。しかしこれに限られず、本発明の技術的思想は、その他の蓄電池、例えば、リチウムイオンバッテリー、金属リチウムバッテリー、ニッケル亜鉛電池により構成される電池パックシステム 1 に対しても同様に適用することができることは勿論である。

【 0 0 7 4 】

さらに、前記した実施形態および変形例より把握できる技術的思想について以下に記載する。

請求項 2 に記載の二次電池の残存容量推定方法において、

前記分極電圧算出ステップでは、前記動的減衰量  $V_{p2}$  及び動的発生量  $V_{p3}$  を、  
下式 3 及び式 3 a、

$$V_{p2} = \text{分極電圧 } V_{pa} \cdot \text{減衰係数 } K_b \quad \dots \text{ (式 3)}$$

$$V_{p3} = h \cdot I \quad \dots \text{ (式 3 a)}$$

(ここで、分極電圧  $V_{pa}$  は、充放電電流  $I$  の積算容量の変化量と二次電池の温度  $T$  との関係を示すマップに基づいて算出される。また、減衰係数  $K_b$  は、充放電電流  $I$  の積算容量及び二次電池の温度  $T$  に応じて決定される。さらに、 $h$  は、二次電池の温度  $T$  をパラメータとして、予め実験等によって求められた関数  $f(T)$  に基づいて算出される分極電圧発生係数であり、 $I$  は、充放電電流  $I$  の積算容量を示す。)

によって算出するとともに、前記分極電圧  $V_p$  を、下式 4、

$$\text{今回の分極電圧 } V_p(j) = \text{前回の分極電圧 } V_p(j-1) - V_{p2} + V_{p3} \quad \dots \text{ (式 4)}$$

によって算出するようにした二次電池の残存容量推定方法。

【 0 0 7 5 】

同構成によれば、動的減衰量  $V_{p2}$  が、 $V_{p2} = \text{分極電圧 } V_{pa} \cdot \text{減衰係数 } K_b$  によって算出され、動的発生量  $V_{p3}$  が、 $V_{p3} = h \cdot I$  によって算出されるとともに、分極電圧  $V_p$  が、今回の分極電圧  $V_p(j) = \text{前回の分極電圧 } V_p(j-1) - V_{p2} + V_{p3}$  によって算出される。このような計算式を用いることにより、二次電池において、バッテリーカレント状態とノー・バッテリーカレント状態が明確に区分され、且つ、バッテリーカレント状態における分極電圧  $V_p$  が的確に算出されるようになる。

上記技術的思想の二次電池の残存容量推定方法において、

前記減衰係数  $K_b$  は、二次電池に流れる充放電電流の積算容量及び二次電池の温度に応じて決定するようにした二次電池の残存容量推定方法。

【 0 0 7 6 】

同構成によれば、バッテリーカレント状態において動的減衰量  $V_{p2}$  の計算に用いる減衰係数  $K_b$  が、二次電池に流れる充放電電流の積算容量及び二次電池の温度に応じて決定される。これにより、分極電圧  $V_p$  を得るための動的減衰量  $V_{p2}$  が正確に算出されるようになる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 7 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る電池パックシステムの電氣的構成を示すブロック図。

【 図 2 】 本発明の実施形態に係る分極電圧演算部の電氣的構成を示すブロック図。

【 図 3 】 電圧データ  $V(n)$  と電流データ  $I(n)$  の組データと、統計処理により無負荷電圧  $V_0$  を求めるための近似直線とを示すグラフ図。

【 図 4 】 ( a ) ( i ) ( ii ) は、ノー・バッテリーカレント状態での二次電池の端子電圧  $V$  の変動量  $V$  を示すグラフ図、( b ) は、同状態での分極電圧  $V_p$  の減衰量としての静的減衰量  $V_{p1}$  を示すグラフ図。

【 図 5 】 二次電池の SOC 推定方法の処理手順を示すフローチャート図。

【 図 6 】 ノー・バッテリーカレント状態での二次電池の分極電圧  $V_p$  の減衰を示すグラフ図 ( A は同減衰を示す部分拡大図 ) 。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 8 】

10

20

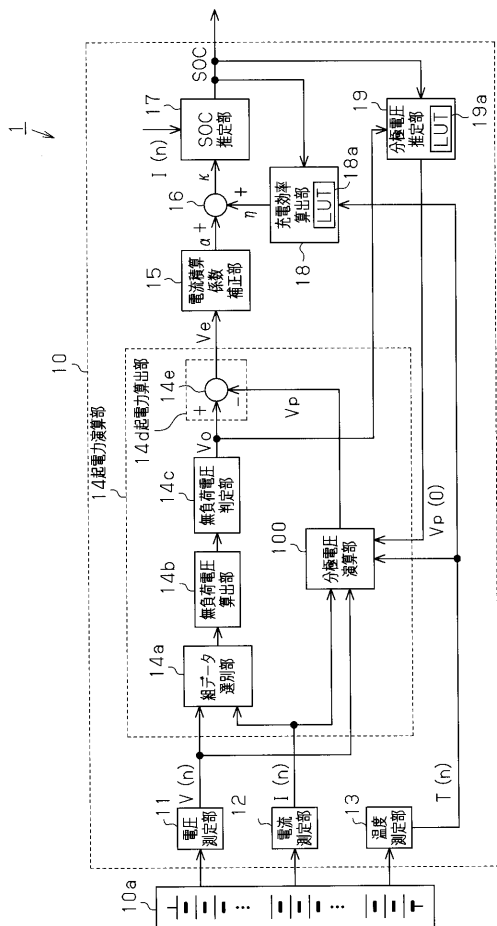
30

40

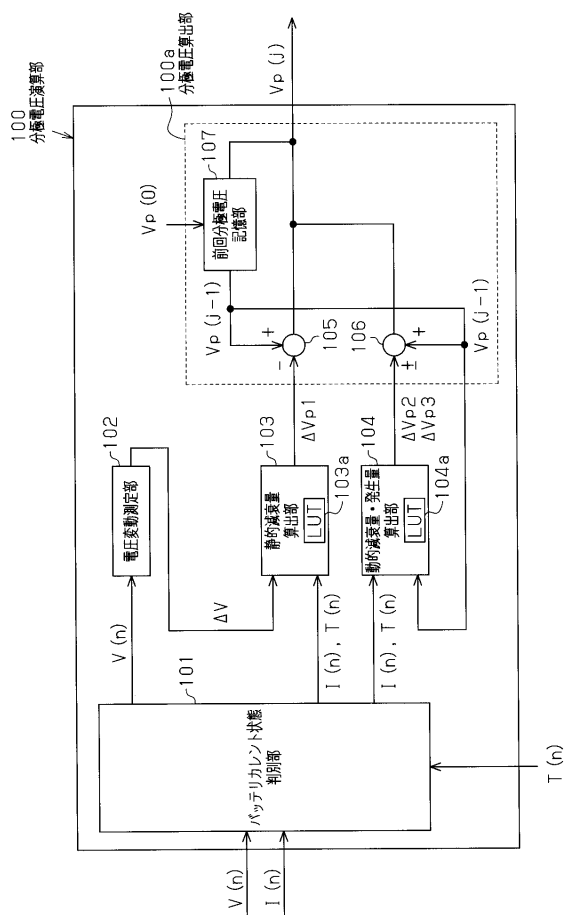
50

1 ... 電池パックシステム、10 ... 電池 ECU、14 ... 起電力演算部、14d ... 起電力算出部、14e, 105, 106 ... 減算器、16 ... 加算器、17 ... SOC 推定部、18a, 19a, 103a, 104a ... 参照テーブル (LUT)、100 ... 分極電圧演算部、100a ... 分極電圧算出部、102 ... 電圧変動測定部、103 ... 静的減衰量算出部、104 ... 動的減衰量・発生量算出部。

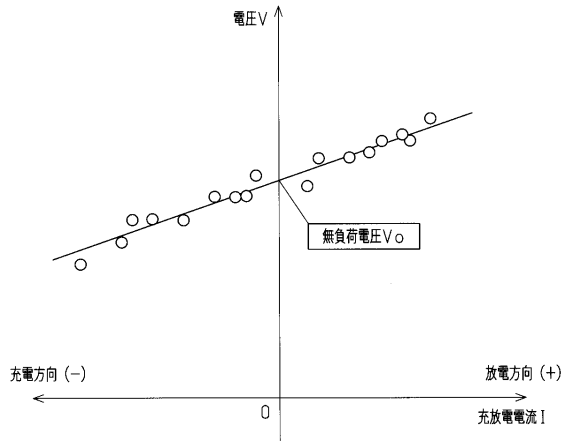
【図 1】



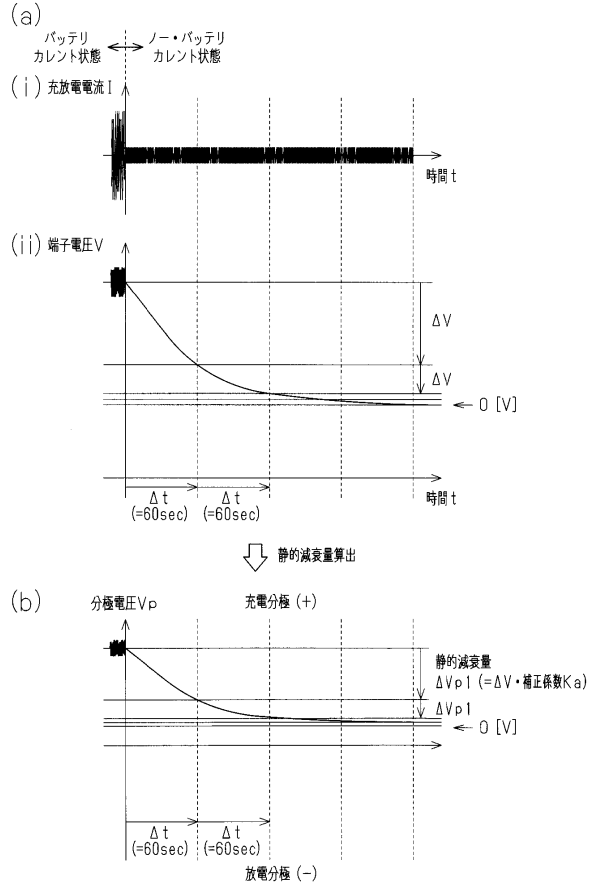
【図 2】



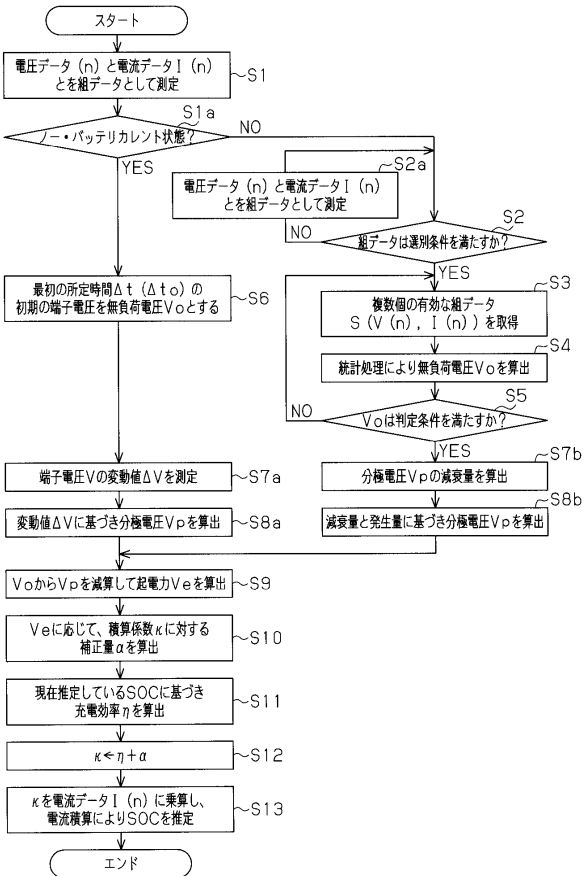
【図3】



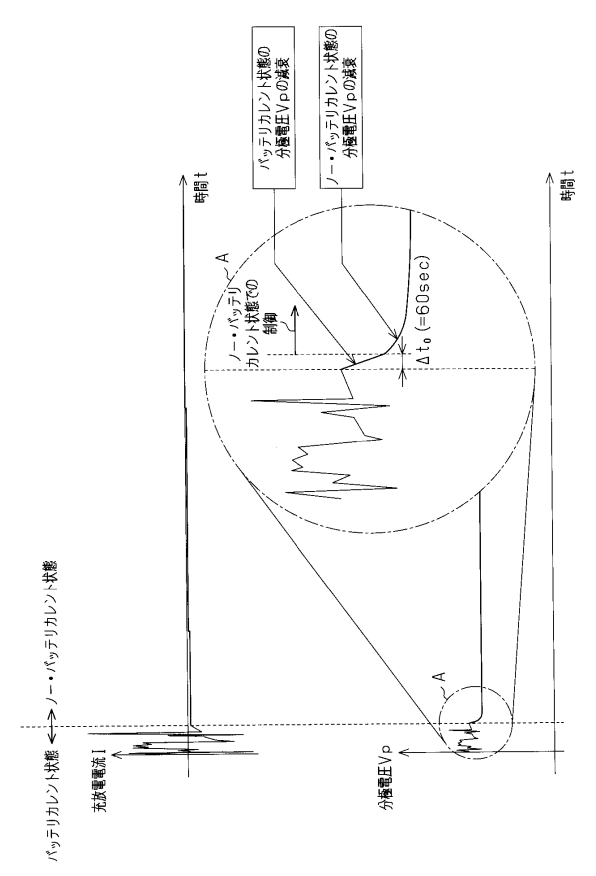
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-106747(JP,A)  
特開2003-197272(JP,A)  
特開2008-096166(JP,A)  
特開2004-271434(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R	31/36
H01M	10/48
H02J	7/00
B60W	10/26
B60W	20/00