

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6498920号  
(P6498920)

(45) 発行日 平成31年4月10日(2019.4.10)

(24) 登録日 平成31年3月22日(2019.3.22)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>GO 1 R</b>	<b>31/36</b>	<b>(2019.01)</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	P

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-244537 (P2014-244537)	(73) 特許権者	000005290
(22) 出願日	平成26年12月2日(2014.12.2)		古河電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2016-109466 (P2016-109466A)		東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(43) 公開日	平成28年6月20日(2016.6.20)	(73) 特許権者	391045897
審査請求日	平成29年10月13日(2017.10.13)		古河A S株式会社
			滋賀県犬上郡甲良町尼子1000番地
		(74) 代理人	100130247
			弁理士 江村 美彦
		(74) 代理人	100167863
			弁理士 大久保 恵
		(72) 発明者	川口 祐司
			東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二次電池状態検出装置および二次電池状態検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に搭載される二次電池の状態を検出する二次電池状態検出装置において、前記二次電池の等価回路の素子値と、前記二次電池の分極電圧値との関係を示す情報を格納する格納手段と、

前記二次電池の等価回路の素子値を算出する算出手段と、

前記算出手段によって算出された前記素子値を、前記格納手段に格納されている前記情報に適用することで、前記分極電圧値を求出する求出手段と、

前記二次電池の端子電圧値から、前記求出手段によって求出された前記分極電圧値を減算することで、開回路電圧値を計算する計算手段と、

を有することを特徴とする二次電池状態検出装置。

【請求項2】

前記格納手段は、前記等価回路を構成する電解液抵抗値、反応抵抗値、電気二重層容量値、または、拡散抵抗値の少なくとも1つと、前記分極電圧値との関係を示す情報を格納しており、

前記求出手段は、前記電解液抵抗値、前記反応抵抗値、前記電気二重層容量値、または、前記拡散抵抗値の少なくとも1つと、前記分極電圧値との関係を示す情報に基づいて前記分極電圧値を求出する、

ことを特徴とする請求項1に記載の二次電池状態検出装置。

【請求項3】

前記格納手段は、前記素子値と前記分極電圧値との関係を示す情報を、前記二次電池の充電率毎に格納しており、

前記求出手段は、前記二次電池の前記充電率に対応する情報を前記格納手段から取得して前記分極電圧値を求出する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の二次電池状態検出装置。

【請求項 4】

前記求出手段は、前記算出手段によって算出された前記素子値に近い値を有する 2 つの前記情報が前記格納手段に存在する場合には、低い前記充電率に対応する前記情報を選択して使用することを特徴とする請求項 3 に記載の二次電池状態検出装置。

【請求項 5】

前記求出手段は、前記二次電池の温度に応じて、前記分極電圧値を補正することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の二次電池状態検出装置。

【請求項 6】

車両に搭載される二次電池の状態を検出する二次電池状態検出方法において、前記二次電池の等価回路の素子値と、前記二次電池の分極電圧値との関係を示す情報を格納部に格納する格納ステップと、

前記二次電池の等価回路の素子値を算出する算出ステップと、

前記算出ステップにおいて求出された前記素子値を、前記格納部に格納されている前記情報に適用することで、前記分極電圧値を求出する求出ステップと、

前記二次電池の端子電圧値から、前記求出ステップにおいて求出された前記分極電圧値を減算することで、開回路電圧値を計算する計算ステップと、

を有することを特徴とする二次電池状態検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次電池状態検出装置および二次電池状態検出方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、充放電終了から所定時間後の電圧変化率と分極による開放端電圧を求めるための電圧補正值との相関を用いて充電分極が付与された二次電池電圧から開放端電圧を推定する方法が開示されている。

【0003】

特許文献 2 には、電池電圧  $V$  と電流  $I$  とを検出する手段と、二次電池の活性化分極および濃度分極に基づいた分極の度合いを示す分極指数を算出する手段を用いて、電圧電流および分極指数のすべてがデータ測定条件を満足する条件で電池電圧  $V$  を導出する方法が開示されている。

【0004】

特許文献 3 には、二次電池内に流れる電流から積算容量を導出し、積算容量の変化率と分極電圧量の関係から分極電圧を導出する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2010 - 014636 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 083970 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 197275 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

二次電池において、時間経過と充電放電後の分極解消挙動の関係は電池内の活性化分極

10

20

30

40

50

および濃度分極に基づく影響を考慮する必要がある。特に、応答の遅い濃度分極は数十時間経った後も解消されない場合がある。濃度分極は主に電解液の粘度、温度、電解質濃度、電極の電気二重層容量等の二次電池毎の電解液、電極の構成によって異なるパラメータの影響を受けるため、電流と電圧と時間の関係式だけでは二次電池の種類に応じた精度のよい分極の解消挙動予測を行うことが困難という問題点がある。

【0007】

本発明は、二次電池の種類によらず開回路電圧値を正確に求めることが可能な二次電池状態検出装置および二次電池状態検出方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明は、車両に搭載される二次電池の状態を検出する二次電池状態検出装置において、前記二次電池の等価回路の素子値と、前記二次電池の分極電圧値との関係を示す情報を格納する格納手段と、前記二次電池の等価回路の素子値を算出する算出手段と、前記算出手段によって算出された前記素子値を、前記格納手段に格納されている前記情報に適用することで、前記分極電圧値を求出する求出手段と、前記二次電池の端子電圧値から、前記求出手段によって求出された前記分極電圧値を減算することで、開回路電圧値を計算する計算手段と、を有することを特徴とする。

このような構成によれば、二次電池の種類によらず開回路電圧値を正確に求めることが可能になる。

【0009】

また、本発明は、前記格納手段は、前記等価回路を構成する電解液抵抗値、反応抵抗値、電気二重層容量値、または、拡散抵抗値の少なくとも1つと、前記分極電圧値との関係を示す情報を格納しており、前記求出手段は、前記電解液抵抗値、前記反応抵抗値、前記電気二重層容量値、または、前記拡散抵抗値の少なくとも1つと、前記分極電圧値との関係を示す情報に基づいて前記分極電圧値を求出する、ことを特徴とする。

このような構成によれば、等価回路素子値と分極電圧値との関係に基づいて、分極電圧値を正確に求めることが可能になる。

【0010】

また、本発明は、前記格納手段は、前記素子値と前記分極電圧値との関係を示す情報を、前記二次電池の充電率毎に格納しており、前記求出手段は、前記二次電池の前記充電率に対応する情報を前記格納手段から取得して前記分極電圧値を求出する、ことを特徴とする。

このような構成によれば、充電率毎に素子値と分極電圧値を格納するようにしたので、充電率が変化した場合であっても、開回路電圧を正確に求めることが可能になる。

【0011】

また、本発明は、前記求出手段は、前記算出手段によって算出された前記素子値に近い値を有する2つの前記情報が前記格納手段に存在する場合には、低い前記充電率に対応する前記情報を選択して使用することを特徴とする。

このような構成によれば、充電率が低い場合の関係式を優先して用いることで、開回路電圧を正確に求めることが可能になる。

【0012】

また、本発明は、前記求出手段は、前記二次電池の温度に応じて、前記分極電圧値を補正することを特徴とする。

このような構成によれば、温度に応じて分極電圧値を補正するようにしたので、温度が変化した場合であっても、開回路電圧を正確に求めることが可能になる。

【0013】

また、本発明は、車両に搭載される二次電池の状態を検出する二次電池状態検出方法において、前記二次電池の等価回路の素子値と、前記二次電池の分極電圧値との関係を示す

10

20

30

40

50

情報を格納部に格納する格納ステップと、前記二次電池の等価回路の素子値を算出する算出ステップと、前記算出ステップにおいて求められた前記素子値を、前記格納部に格納されている前記情報に適用することで、前記分極電圧値を算出する算出ステップと、前記二次電池の端子電圧値から、前記算出ステップにおいて求められた前記分極電圧値を減算することで、開回路電圧値を計算する計算ステップと、を有することを特徴とする。

このような方法によれば、二次電池の種類によらず開回路電圧値を正確に求めることが可能になる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、二次電池の種類によらず開回路電圧値を正確に求めることが可能な二次電池状態検出装置および二次電池状態検出方法を提供することが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施形態に係る二次電池状態検出装置の構成例を示す図である。

【図2】図1の制御部の詳細な構成例を示すブロック図である。

【図3】二次電池の等価回路の一例を示す図である。

【図4】充電率が100%の場合において、反応抵抗値と分極電圧値の関係を示す図である。

【図5】充電率が80%の場合において、反応抵抗値と分極電圧値の関係を示す図である。

20

【図6】二次電池の充電終了後における経過時間と電圧の関係を示す図である。

【図7】異なる温度環境下で二次電池の充電終了後における経過時間と電圧の関係を示す図である。

【図8】図1に示す実施形態において実行される処理の一例を説明するフローチャートである。

【図9】図8のステップS18の「OCV推定処理」の詳細な処理の一例を説明するフローチャートである。

【図10】充電率が100%の場合において、電解液抵抗値と分極電圧値の関係を示す図である。

【図11】充電率が80%の場合において、電解液抵抗値と分極電圧値の関係を示す図である。

30

【図12】充電率が100%の場合において、電気二重層容量値と分極電圧値の関係を示す図である。

【図13】充電率が80%の場合において、電気二重層容量値と分極電圧値の関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

次に、本発明の実施形態について説明する。

【0017】

(A) 本発明の実施形態の構成の説明

40

図1は、本発明の実施形態に係る二次電池状態検出装置を有する車両の電源系統を示す図である。この図において、二次電池状態検出装置1は、制御部10、電圧センサ11、電流センサ12、温度センサ13、および、放電回路15を主要な構成要素としており、二次電池14の状態を検出する。ここで、制御部10は、電圧センサ11、電流センサ12、および、温度センサ13からの出力を参照し、二次電池14の状態を検出する。電圧センサ11は、二次電池14の端子電圧を検出し、制御部10に通知する。電流センサ12は、二次電池14に流れる電流を検出し、制御部10に通知する。温度センサ13は、二次電池14自体または周囲の環境温度を検出し、制御部10に通知する。放電回路15は、例えば、直列接続された半導体スイッチと抵抗素子等によって構成され、制御部10によって半導体スイッチがオン/オフ制御されることにより二次電池14を間欠的に放電

50

させる。

【0018】

二次電池14は、例えば、鉛蓄電池等によって構成され、オルタネータ16によって充電され、スタータモータ18を駆動してエンジンを始動するとともに、負荷19に電力を供給する。オルタネータ16は、エンジン17によって駆動され、交流電力を発生して整流回路によって直流電力に変換し、二次電池14を充電する。

【0019】

エンジン17は、例えば、ガソリンエンジンおよびディーゼルエンジン等のレシプロエンジンまたはロータリーエンジン等によって構成され、スタータモータ18によって始動され、トランスミッションを介して駆動輪を駆動し車両に推進力を与えるとともに、オルタネータ16を駆動して電力を発生させる。スタータモータ18は、例えば、直流電動機によって構成され、二次電池14から供給される電力によって回転力を発生し、エンジン17を始動する。負荷19は、例えば、電動ステアリングモータ、デフォッグ、イグニッションコイル、カーオーディオ、および、カーナビゲーション等によって構成され、二次電池14からの電力によって動作する。

【0020】

図2は、図1に示す制御部10の詳細な構成例を示す図である。この図に示すように、制御部10は、CPU(Central Processing Unit)10a、ROM(Read Only Memory)10b、RAM(Random Access Memory)10c、通信部10d、I/F(Interface)10eを有している。ここで、CPU10aは、ROM10bに格納されているプログラム10baに基づいて各部を制御する。ROM10bは、半導体メモリ等によって構成され、プログラム10ba等を格納している。RAM10cは、半導体メモリ等によって構成され、プログラム10baを実行する際に生成されるデータや、後述するテーブルまたは数式等のパラメータ10caを格納する。通信部10dは、上位の装置であるECU(Electronic Control Unit)等との間で通信を行い、検出した情報を上位装置に通知する。I/F10eは、電圧センサ11、電流センサ12、および、温度センサ13から供給される信号をデジタル信号に変換して取り込むとともに、放電回路15に駆動電流を供給してこれを制御する。

【0021】

(B)実施形態の動作の説明

つぎに、図を参照して、本発明の実施形態の動作について説明する。本実施形態では、二次電池14の等価回路を構成する素子の素子値と、分極電圧値との関係から分極電圧値 $V_{SOE}$ を求め、その時点における電圧値 $V$ から分極電圧値 $V_{SOE}$ を減算することで、正確な開回路電圧値 $OCV$ を求めることを特徴とする。

【0022】

より詳細には、本発明の実施形態では、イグニッションスイッチ(不図示)がオンの状態にされてエンジン17が始動され、車両が動作状態になると、制御部10のCPU10aは、電圧センサ11および電流センサ12によって二次電池14の電圧値 $V$ 、電流値 $I$ を所定の周期で測定し、測定したこれらの値をRAM10cにパラメータ10caとして格納する。CPU10aは、後述する処理によってある時点で求めた充電率SOCに対して、RAM10cに格納された電流値 $I$ を累積加算することで、その時点における最新のSOCを求める。

【0023】

つぎに、車両が停車されてイグニッションスイッチがオフの状態にされ、所定の時間(例えば、1時間)が経過すると、CPU10aは、放電回路15を制御して、所定の周期および所定の電流値にて、二次電池14をパルス放電させる。そして、放電時の電圧値および電流値を電圧センサ11および電流センサ12によって検出し、検出した電圧値および電流値と、放電前の電圧値および電流値に基づいて二次電池14の電氣的な等価回路の素子値に対する学習処理を実行する。

【0024】

図3は、二次電池14の電氣的等価回路の一例を示す図である。この例では、等価回路は、電解液抵抗(または導電抵抗)  $R_{ohm}$  に対して、並列接続された反応抵抗  $R_{ct}$  および電気二重層容量  $C$  が直列接続されている。制御部10のCPU10aは、このような等価回路のパラメータ(素子値)を、例えば、カルマンフィルタまたはサポートベクターマシン等のアルゴリズムを用いて学習処理する。CPU10aは、学習処理によって得られた等価回路のパラメータを、RAM10cにパラメータ10caとして格納する。

【0025】

なお、図3に示す等価回路は一例であって、反応抵抗と電気二重層容量が2つ以上存在してもよい。また、電気二重層容量を有しない抵抗だけの構成としてもよい。

【0026】

RAM10cには、等価回路の素子値と分極電圧値との関係を示す情報(例えば、関係式)が、二次電池14のSOCの値毎に格納されている。図4は、SOCが100%の場合における反応抵抗値  $R_{ct}$  と分極電圧値  $V_{SOE}$  との関係を示す図である。この図において、菱形および四角形は初期容量が異なる2つの二次電池(二次電池タイプ1および二次電池タイプ2)の実測値を示し、三角形とクロスは容量が同じで製造メーカーが異なる2つの二次電池(二次電池タイプ3および二次電池タイプ4)の実測値を示している。破線は、これらの実測値から、例えば、最小二乗法によって求めた関係式を示している。また、図5は、SOCが80%の場合における反応抵抗値  $R_{ct}$  と分極電圧値  $V_{SOE}$  との関係を示す図である。この図において、実測値は図4の場合と同様であり、破線はこれらの実測値から、例えば、最小二乗法によって求めた関係式を示している。図4および図5に示すように、反応抵抗値と分極電圧値との間には二次電池の初期容量や製造メーカーによらず一定の関係が存在している。すなわち、反応抵抗値が大きくなると、分極電圧値が小さくなる関係が存在する。

【0027】

なお、図4および図5に示す実測値は、例えば、つぎのような方法によって求めることができる。すなわち、測定対象の二次電池のSOCが100%で、温度が25℃である場合に、二次電池を目的のSOCよりも5%低い状態になるように調整放電させるとともに、その際の電圧値および電流値を測定する。つぎに、目標のSOCになるように、SOCを5%充電し、その際の電流値および電圧値を測定する。例えば、目標SOCが80%である場合には、75%(=80%-5%)になるように調整放電させた後、5%充電する。そして、充電終了から1時間が経過した際の二次電池の端子電圧を測定し、測定値をOCV1とする。つぎに、調整放電中および充電中の電流値を積算して得られる積算電流値を、調整放電開始前のSOCの値である100%に加算し、真のSOCを求める。そして求めたSOCを、SOCとOCVの関係を示す式(例えば、一次関数)に代入し、得られた開回路電圧値をOCV2とし、OCV1およびOCV2の差分値から分極電圧値  $V_{SOE}$  (=OCV1 - OCV2) を求める。そして、そのときの二次電池の等価回路を求め、求めた等価回路の反応抵抗値  $R_{ct}$  と、分極電圧値  $V_{SOE}$  を測定結果とする。このようにして求めた反応抵抗値  $R_{ct}$  と、分極電圧値  $V_{SOE}$  との関係を示す情報は、例えば、数式(例えば、一次関数)として、SOC毎にRAM10cに格納する。

【0028】

CPU10aは、以上のようにして測定されて格納されている数式をRAM10cから取得する。例えば、SOCが80%である場合には、図5の破線に対応する数式をRAM10cから取得する。そして、学習処理によって求めた反応抵抗値  $R_{ct}$  をRAM10cから取得し、取得した反応抵抗値  $R_{ct}$  から、分極電圧値を求める。例えば、SOCが80%であり、反応抵抗値が0.002である場合には図5の破線から分極電圧として約0.12Vを得ることができる。

【0029】

CPU10aは、以上のようにして求めた分極電圧値  $V_{SOE}$  を、その時点における二次電池14の端子電圧値  $V$  から減算することで、開回路電圧値OCV(=  $V - V_{SOE}$ ) を得ることができる。以上のような方法によって開回路電圧値OCVを求めることで

10

20

30

40

50

、イグニッションスイッチがオフされてから短い時間で開回路電圧値OCVを求めることができる。すなわち、二次電池14の分極電圧は、図6に示すように、非常に長い時間をかけて解消される。図6の例では、一点鎖線で示すタイプAの二次電池の分極電圧Aおよび実線で示すタイプBの二次電池の分極電圧Bは、10時間以上の時間をかけて解消される。開回路電圧は、分極電圧が解消された状態における二次電池の端子電圧であるので、正確な開回路電圧を求めるためには、分極電圧が解消された後に測定する必要があるが、前述のように、分極電圧が解消されるためには非常に長い時間を必要とする。本実施形態では、図4および図5に示すような、反応抵抗値と分極電圧値の関係を求めておき、このような関係を用いて、二次電池の開回路電圧を求めることで、例えば、イグニッションスイッチがオフされてから短い時間（例えば、1時間）であっても、開回路電圧を正確に求めることができる。また、図4および図5に示すように、反応抵抗値と分極電圧値との関係式は、二次電池の初期容量や製造メーカー等によらず成立することから、二次電池の初期容量や製造メーカーによらず、正確な開回路電圧を求めることができる。

10

**【0030】**

なお、以上の説明では、二次電池14の温度については考慮していないが、二次電池14の温度に応じて、得られた分極電圧値 $V_{SOE}$ を補正するようにしてもよい。図7は、温度による分極電圧の解消の相違を示している。実線は二次電池14の温度が65の場合の分極電圧の解消の様子を示し、間隔が長い破線は温度が25の場合の分極電圧の解消の様子を示し、間隔が短い破線は温度が-10の場合の分極電圧の解消の様子を示している。この例では、温度が25の場合が最も早く解消し、温度が高い場合および低い場合には解消の速度が遅くなっている。そこで、例えば、温度による分極電圧値に基づいて補正係数を求め、この補正係数を分極電圧値に乗算することで、温度補正を行うようにしてもよい。

20

**【0031】**

つぎに、図8および図9を参照して、本実施形態において実行される処理の詳細について説明する。図8は、本実施形態において実行される処理の一例を説明するためのフローチャートである。この処理が開始されると、以下のステップが実行される。

**【0032】**

ステップS10では、CPU10aは、図示しないイグニッションスイッチが運転者によってオンの状態にされたか否かを判定し、オンの状態にされたと判定した場合（ステップS10：Yes）にはステップS11に進み、それ以外の場合（ステップS10：No）には同様の処理を繰り返す。例えば、運転者が車両に乗車し、図示しないイグニッションスイッチを操作してオンの状態にした場合にはYesと判定してステップS11に進む。

30

**【0033】**

ステップS11では、CPU10aは、電圧センサ11および電流センサ12の出力を参照し、二次電池14の端子電圧の電圧値および二次電池14に流れる充放電電流値を取得する。

**【0034】**

ステップS12では、CPU10aは、ステップS11で取得した電流値を、後述する処理によってある時点で求めたSOCの値に累積加算することで、その時点におけるSOCの値を求める。より詳細には、例えば、ステップS18の処理によって求めたOCVの値を、SOCとOCVの関係を示す式（例えば、一次式）に代入することでSOCを求める。そして、このSOCに対して、ステップS11で求めた電流値を累積加算することで、その時点における最新のSOCの値を求める。

40

**【0035】**

ステップS13では、CPU10aは、ステップS12で求めたSOCの値を、RAM10cに格納する。

**【0036】**

ステップS14では、CPU10aは、図示しないイグニッションスイッチが運転者に

50

よってオフの状態にされたか否かを判定し、オフの状態にされたと判定した場合（ステップS14：Yes）にはステップS15に進み、それ以外の場合（ステップS14：No）にはステップS11に戻って前述の場合と同様の処理を繰り返す。例えば、運転者が車両を停車し、図示しないイグニッションスイッチを操作してオフの状態にした場合にはYesと判定してステップS15に進む。

**【0037】**

ステップS15では、CPU10aは、イグニッションスイッチがオフの状態にされてから所定の時間（例えば、1時間）が経過したか否かを判定し、所定の時間が経過したと判定した場合（ステップS15：Yes）にはステップS16に進み、それ以外の場合（ステップS15：No）には同様の処理を繰り返す。例えば、イグニッションスイッチがオフの状態にされてから1時間が経過した場合にはYesと判定してステップS16に進む。

10

**【0038】**

ステップS16では、CPU10aは、放電回路15を制御して、所定の周期および所定の電流値で二次電池14をパルス放電させ、そのときの電圧値および電流値を電圧センサ11および電流センサ12の出力を参照して検出し、二次電池14の等価回路の素子値を学習する処理を実行する。より詳細には、CPU10aは、図3に示す等価回路を構成する各素子の素子値を、例えば、カルマンフィルタまたはサポートベクタマシン等のアルゴリズムを用いて検出した電圧値および電流値に基づいて学習処理する。

**【0039】**

ステップS17では、CPU10aは、ステップS16の学習処理によって得られた等価回路の素子値を、RAM10cにパラメータ10caとして格納する。

20

**【0040】**

ステップS18では、CPU10aは、OCVを推定する処理を実行する。その結果、正確なOCVを求めることができる。なお、この処理の詳細については、図9を参照して後述する。

**【0041】**

ステップS19では、CPU10aは、処理を継続するか否かを判定し、継続すると判定した場合（ステップS19：Yes）にはステップS10に戻って前述の場合と同様の処理を繰り返し、それ以外の場合（ステップS19：No）には処理を終了する。

30

**【0042】**

つぎに、図9を参照して、図8のステップS18に示すOCV推定処理の詳細について説明する。

**【0043】**

ステップS30では、CPU10aは、図8のステップS13においてRAM10cに格納したSOCの値を取得する。例えば、SOCの値として80%が取得される。

**【0044】**

ステップS31では、CPU10aは、温度センサ13の出力を参照し、二次電池14の温度を取得する。例えば、二次電池14の温度として、30℃が取得される。

**【0045】**

ステップS32では、CPU10aは、ステップS30で取得したSOC値に対応する関係式（反応抵抗値と分極電圧値の関係を示す式）をRAM10cから取得する。いまの例では、SOCの値は80%であることから、例えば、図5に示す破線に対応する関係式が取得される。

40

**【0046】**

ステップS33では、CPU10aは、ステップS15で格納した反応抵抗値RctをRAM10cから取得する。例えば、反応抵抗値Rctとして0.002Ωが取得される。

**【0047】**

ステップS34では、CPU10aは、ステップS32で取得した関係式に対して、ス

50

ステップS33で取得した反応抵抗値 $R_{ct}$ を適用し、分極電圧値 $V_{SOE}$ を求める。いまの例では、図5の破線に対応する関係式に、反応抵抗値 $R_{ct}$ として0.002を適用することで、分極電圧値 $V_{SOE}$ として0.12Vを得る。

【0048】

ステップS35では、CPU10aは、ステップS34で求めた分極電圧値 $V_{SOE}$ を、ステップS31で取得した温度に応じて補正する処理を実行する。より詳細には、図7に示す温度特性から温度補正係数を求め、温度と温度補正係数の対応関係を示す関係式またはテーブルをRAM10cに格納しておく。そして、ステップS31で取得した温度に対応する温度補正係数を取得して、分極電圧値 $V_{SOE}$ に乘算することで、温度補正を行うことができる。いまの例では、温度は30であるので、例えば、温度補正係数として1.25を得たとすると、補正後の分極電圧値として0.15V(=0.12×1.25)を得る。

10

【0049】

ステップS36では、CPU10aは、電圧センサ11の出力を参照し、二次電池14のその時点における電圧値 $V$ を取得する。例えば、その時点の電圧として、12.5Vを得る。

【0050】

ステップS37では、CPU10aは、ステップS36で求めた電圧値 $V$ から、ステップS35で温度補正した分極電圧値 $V_{SOE}$ を減算することで、開回路電圧値OCV(=V-V $_{SOE}$ )を得る。例えば、いまの例では、ステップS36で求めた電圧値12.5Vから、ステップS35で温度補正した分極電圧値0.15Vを減算することで開回路電圧値として12.35V(=12.5-0.15)を得る。

20

【0051】

以上の処理によれば、反応抵抗値 $R_{ct}$ と分極電圧値 $V_{SOE}$ との関係式に基づいて、分極電圧値 $V_{SOE}$ を求め、求めた分極電圧値 $V_{SOE}$ からOCVを求めるようにしたので、例えば、イグニッションスイッチがオフされてから短時間でOCVを正確に求めることができる。また、反応抵抗値 $R_{ct}$ と分極電圧値 $V_{SOE}$ との関係式は、二次電池14の初期容量や製造メーカーによらず成立するので、二次電池14の種類によらず、OCVを正確に求めることができる。また、以上の実施形態では、温度補正係数によって分極電圧値 $V_{SOE}$ を補正するようにしたので、二次電池14の温度によらず正確な分極電圧値 $V_{SOE}$ を求めることができる。

30

【0052】

(C)変形実施形態の説明

以上の実施形態は一例であって、本発明が上述したような場合のみに限定されるものではないことはいうまでもない。例えば、以上の実施形態では、等価回路を構成する反応抵抗のみを用いて分極電圧値 $V_{SOE}$ を求めるようにしたが、これ以外にも、例えば、電解液抵抗(または導電抵抗)、電気二重層容量、または、拡散抵抗素子(反応抵抗素子に含まれる抵抗素子)を用いるようにしてもよい。図10は、SOCが100%で温度が25の場合における電解液抵抗値と分極電圧値との関係を示す図である。また、図11は、SOCが80%で温度が25の場合における電解液抵抗値と分極電圧値との関係を示す図である。なお、これらの図において、横軸は電解液抵抗値( )を示し、縦軸は分極電圧値(V)を示す。これらの図に示すように、電解液抵抗値と分極電圧値との間にも、反応抵抗値と同様の関係が存在している。このため、反応抵抗値に代えて電解液抵抗を用いた場合でも、前述の場合と同様の効果を得ることができる。

40

【0053】

図12は、SOCが100%で温度が25の場合における電気二重層容量値と分極電圧値との関係を示す図である。また、図13は、SOCが80%で温度が25の場合における電気二重層容量値と分極電圧値との関係を示す図である。なお、これらの図において、横軸は電気二重層容量値(F)を示し、縦軸は分極電圧値(V)を示す。これらの図に示すように、電気二重層容量値と分極電圧値との間にも、反応抵抗値と同様の関係が存

50

在している。このため、反応抵抗値に代えて電気二重層容量値を用いた場合でも、前述の場合と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 5 4 】

なお、等価回路を構成する単一の素子を用いるのではなく、これらを複数組み合わせる使用するようにしてもよい。一例として、2つ組み合わせの場合には、反応抵抗値および電気二重層容量値と、分極電圧値  $V_{SOE}$  との関係式を求め、この関係式に基づいて分極電圧値  $V_{SOE}$  を求めるようにしてもよい。もちろん、これら以外の組み合わせであったり、3つの組み合わせであったりしてもよい。また、複数の素子値に対して、重み付け係数を乗算して得られた値と、分極電圧値  $V_{SOE}$  との関係式を求め、この関係式に基づいて分極電圧値  $V_{SOE}$  を求めるようにしてもよい。

10

【 0 0 5 5 】

また、以上の例では、図4および図5に示すように、SOCが100%と80%の場合を例に挙げて説明したが、これ以外のSOCの値に関する関係式をRAM10cに準備し、それらの関係式も用いて分極電圧値を求めるようにしてもよい。例えば、SOC値が60%から100%までの関係式を5%単位で準備し、その時点におけるSOC値が最も近い関係式を選択して用いるようにしてもよい。あるいは、その時点におけるSOC値が近い関係式を2つ選択し、これらの関係式を補間することによって、その時点におけるSOC値に対応する分極電圧値を求めるようにしてもよい。

【 0 0 5 6 】

また、図4および図5の比較から明らかなように、SOC値が小さい場合の方が、大きい場合に比較して、破線と実測値との誤差が少ないことから、異なるSOC値に対応する測定値が存在する場合には、SOC値が小さい場合の測定値を優先して用いるようにしてもよい。そのような方法によれば、分極電圧値をより正確に求めることができる。

20

【 0 0 5 7 】

また、図8のステップS18に示すOCV推定処理については、イグニッションスイッチがオフされてから1時間経過した後に実行されるようにしたが、1時間以外の時間に設定するようにしてもよい。

【 0 0 5 8 】

また、図9に示す処理では、求めた分極電圧値を、温度係数を用いて補正するようにしたが、例えば、SOC値と温度値の双方に対応する関係式を求めておき、この関係式を用いることで温度に対する特性を加味するようにしてもよい。具体的には、SOCが80%の図5に示す関係式を、温度が0 から50 まで5 単位で求め、その時点の温度とSOCに基づいて関係式を選択するようにしてもよい。

30

【 0 0 5 9 】

また、図4および図5に示す関係は、二次電池14の劣化により若干変化する場合も想定されるので、経年変化による劣化に応じた関係式を準備しておき、二次電池14の経年変化(例えば、SOH(State of Health))に応じた関係式を用いて分極電圧値を求めるようにしてもよい。

【 0 0 6 0 】

また、以上の実施形態では、反応抵抗値  $R_{ct}$  と分極電圧値  $V_{SOE}$  の関係を示す関係式を用いる場合を例に挙げて説明したが、関係式の代わりに、これらの対応関係を示す数値を格納したテーブルを用いるようにしてもよい。

40

【 0 0 6 1 】

また、以上の実施形態では、二次電池14の等価回路としては、図3に示す等価回路を用いるようにしたが、これ以外の等価回路を用いるようにしてもよい。例えば、並列接続される反応抵抗と電気二重層容量の数が2つ以上であってもよい。また、電気二重層容量を有しない抵抗だけの等価回路を用いるようにしてもよい。

【 符号の説明 】

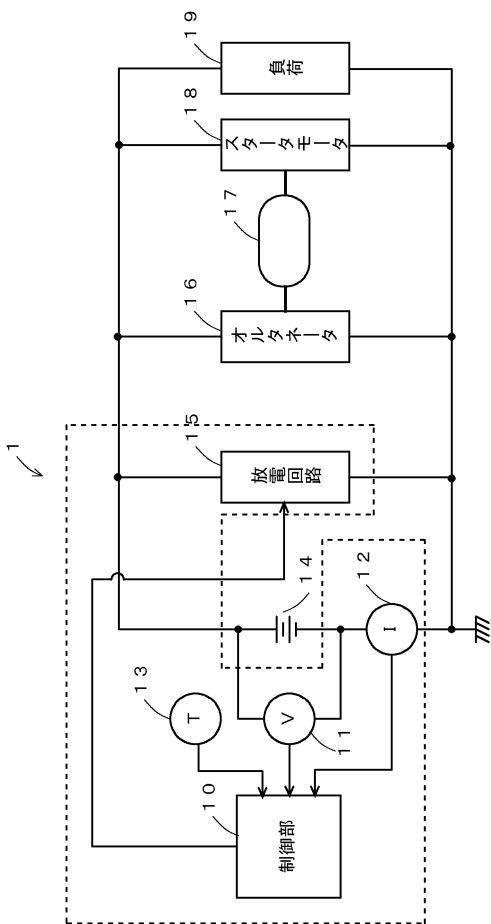
【 0 0 6 2 】

1 二次電池状態検出装置

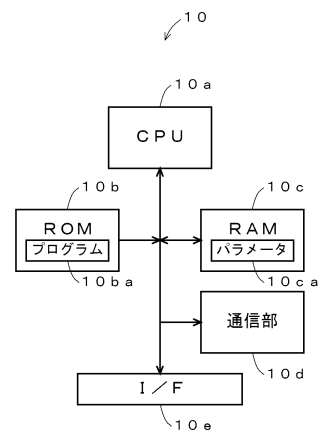
50

- 1 0 制御部 (算出手段、求出手段、計算手段)
- 1 0 a CPU
- 1 0 b ROM
- 1 0 c RAM (格納手段)
- 1 0 d 通信部
- 1 0 e I/F
- 1 1 電圧センサ
- 1 2 電流センサ
- 1 3 温度センサ
- 1 4 二次電池
- 1 5 放電回路
- 1 6 オルタネータ
- 1 7 エンジン
- 1 8 スタータモータ
- 1 9 負荷

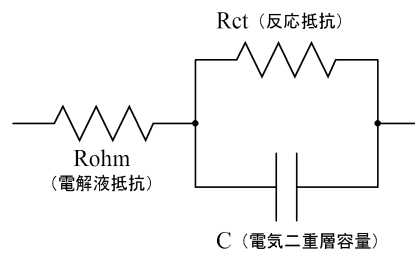
【図 1】



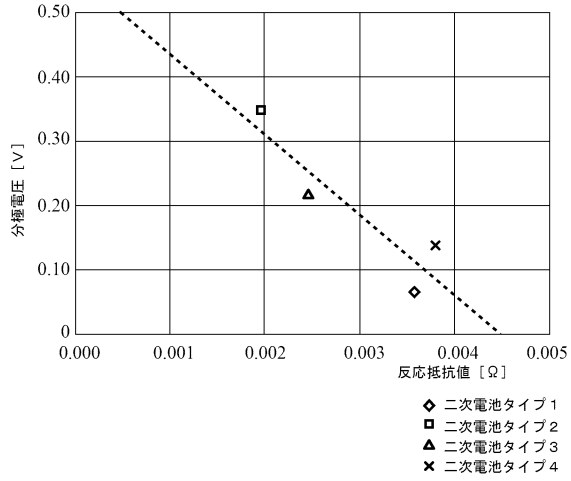
【図 2】



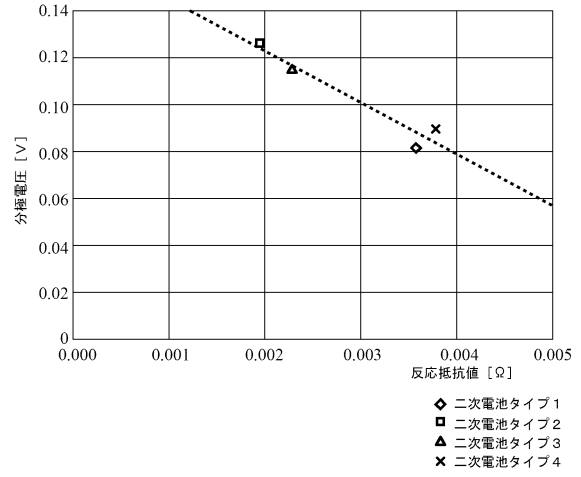
【図 3】



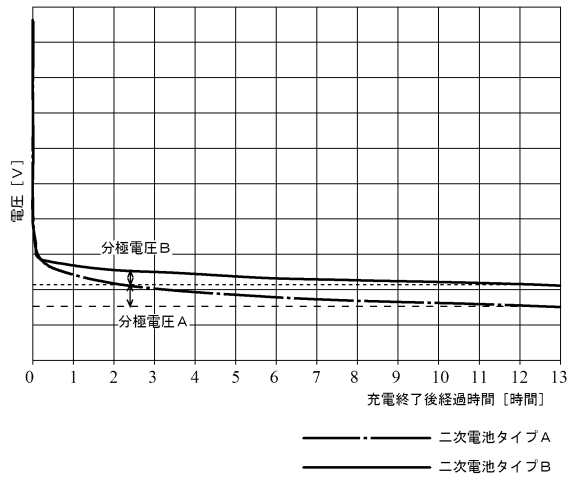
【 図 4 】



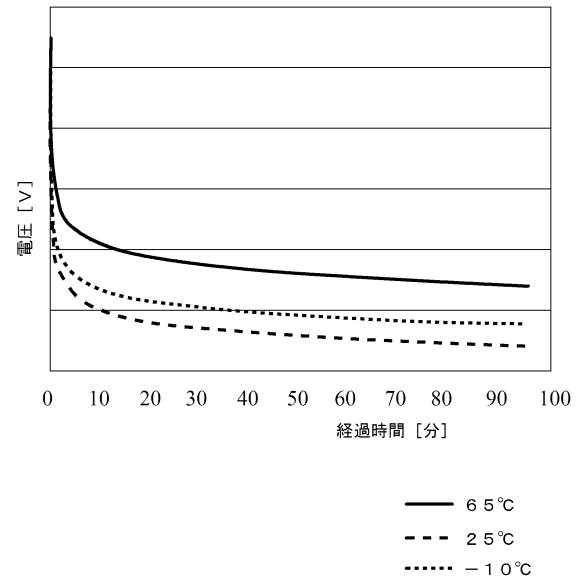
【 図 5 】



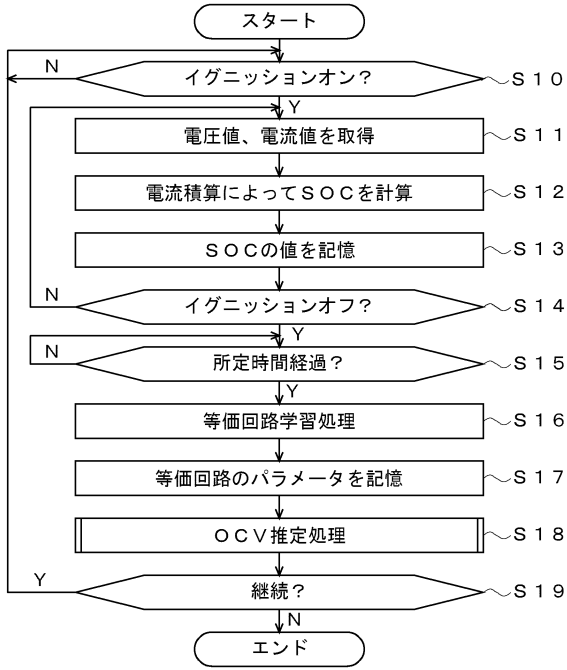
【 図 6 】



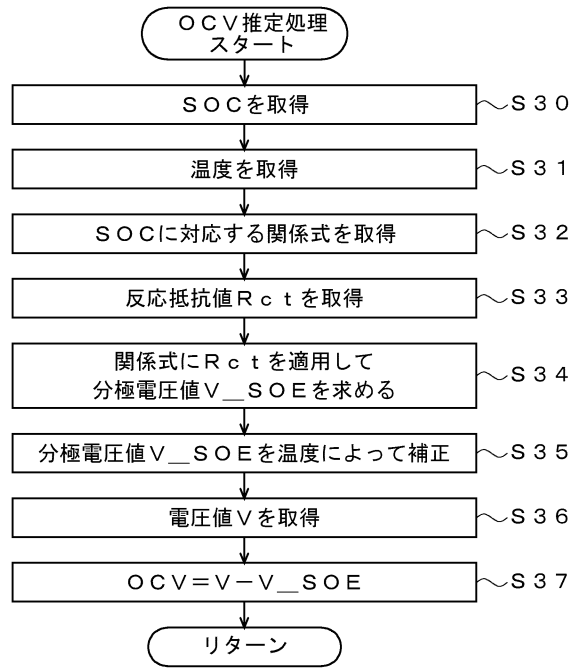
【 図 7 】



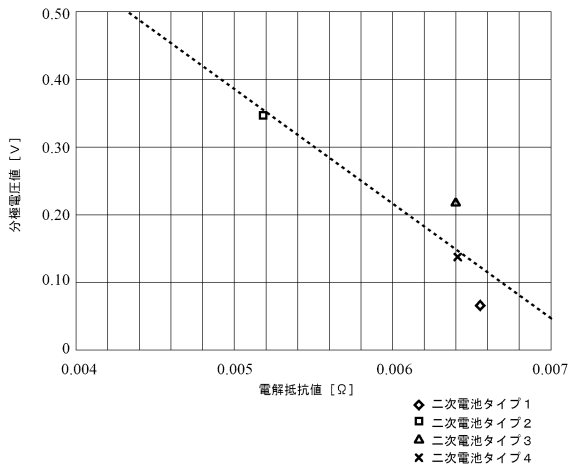
【図8】



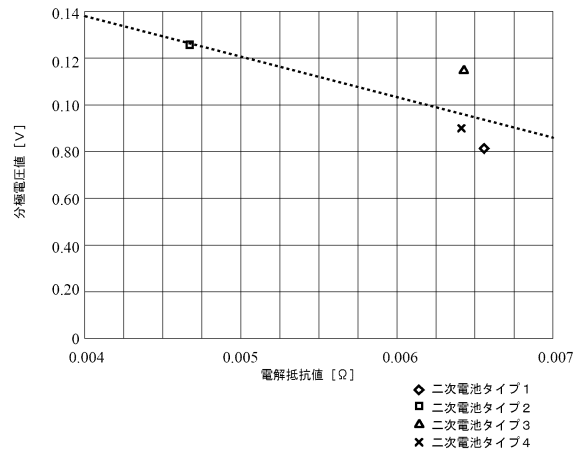
【図9】



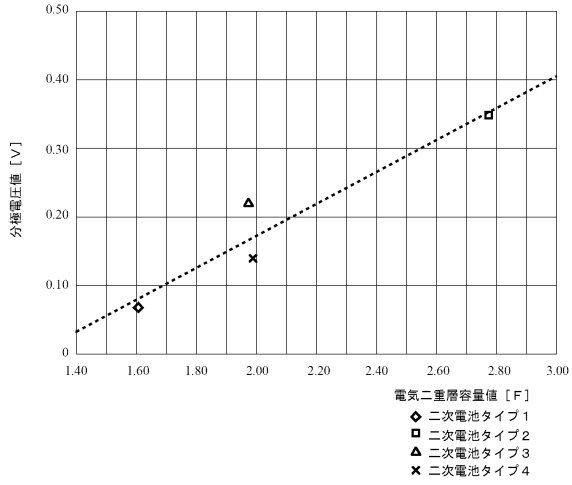
【図10】



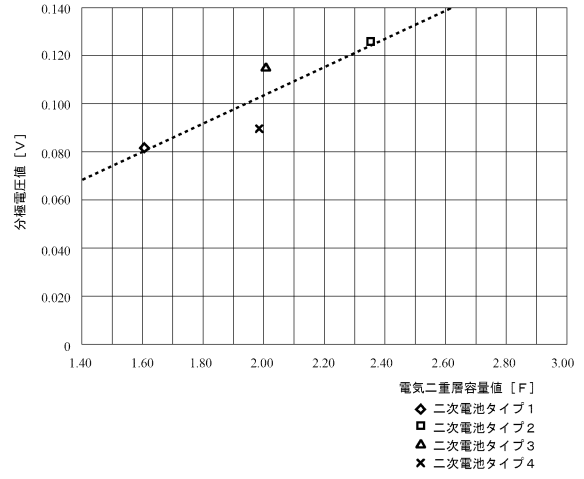
【図11】



【図 1 2】



【図 1 3】



## フロントページの続き

- (72)発明者 岩根 典靖  
東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内
- (72)発明者 高嶋 直也  
東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内
- (72)発明者 光山 泰司  
東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内
- (72)発明者 築城 一宏  
東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内
- (72)発明者 森川 孝行  
東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内

審査官 小川 浩史

- (56)参考文献 特開2001-231179(JP,A)  
特開2005-269760(JP,A)  
特開2007-179968(JP,A)  
特開2014-74588(JP,A)  
米国特許出願公開第2007/0080668(US,A1)  
特開平8-140270(JP,A)  
特開2002-56903(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 31/36  
H01M 10/48  
H02J 7/00