

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-501372

(P2017-501372A)

(43) 公表日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 R 19/00 (2006.01)	G O 1 R 19/00 B	2 G O 3 5
G O 1 R 31/36 (2006.01)	G O 1 R 31/36 A	2 G 2 1 6
H O 2 J 7/00 (2006.01)	H O 2 J 7/00 Y	5 G 5 0 3
H O 1 M 10/48 (2006.01)	H O 1 M 10/48 P	5 H O 3 0
H O 1 M 10/42 (2006.01)	H O 1 M 10/42 P	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2016-522731 (P2016-522731)
 (86) (22) 出願日 平成26年10月14日 (2014.10.14)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年4月13日 (2016.4.13)
 (86) 国際出願番号 PCT/KR2014/009645
 (87) 国際公開番号 W02015/056962
 (87) 国際公開日 平成27年4月23日 (2015.4.23)
 (31) 優先権主張番号 10-2013-0122272
 (32) 優先日 平成25年10月14日 (2013.10.14)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)
 (31) 優先権主張番号 10-2014-0137724
 (32) 優先日 平成26年10月13日 (2014.10.13)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

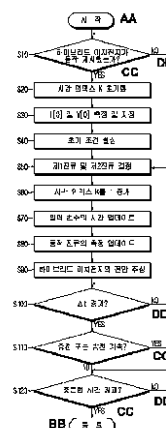
(71) 出願人 500239823
 エルジー・ケム・リミテッド
 大韓民国 07336 ソウル, ヨンドウ
 ンボグ, ヨイーデロ 128
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉
 (74) 代理人 100122161
 弁理士 渡部 崇
 (72) 発明者 ウォン・テ・ジョ
 大韓民国・テジョン・305-738・ユ
 ソング・ムンジロ・188・エルジー
 ・ケム・リサーチ・パーク
 Fターム(参考) 2G035 AA01 AB03 AC01 AD10 AD28
 2G216 AB01 BA07 BA45 CA01 CA04
 CB11 CB51

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド二次電池の電圧推定装置及びその方法

(57) 【要約】

本発明は、相異なる電気化学的特性を有して相互に並列に接続された第1二次電池及び第2二次電池を含むハイブリッド二次電池の電圧を推定する装置及びその方法に関する。本発明による装置は、ハイブリッド二次電池の動作電流を測定するセンサーユニットと、前記動作電流及び電圧方程式を用いて前記ハイブリッド二次電池の電圧を推定する制御ユニットとを含む。前記電圧方程式は、第1開放電圧要素及び選択的に第1インピーダンス要素によって前記第1二次電池の電圧変化をシミュレートする第1回路ユニットと、第2開放電圧要素及び選択的に第2インピーダンス要素によって前記第2二次電池の電圧変化をシミュレートする、前記第1回路ユニットに並列に接続された第2回路ユニットとを含む回路モデルから誘導される。



S10 ... Has operation of hybrid secondary battery started?
 S20 ... Initialize time index K
 S30 ... Measure and store [I] and [V]
 S40 ... Set initial condition
 S50 ... Determine first current and second current
 S60 ... Increase time index K by 1
 S70 ... Update input variable time
 S80 ... Update operation current measurement
 S90 ... Estimate hybrid secondary battery voltage
 S100 ... Has Δt passed?
 S110 ... Is charge or discharge continued?
 S120 ... Has enough time passed?
 AA ... Start
 BB ... End
 CC ... YES
 DD ... NO

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

相異なる電気化学的特性を有して相互に並列に接続された第 1 二次電池及び第 2 二次電池を含むハイブリッド二次電池の電圧を推定する装置であって、

ハイブリッド二次電池の動作電流を測定するセンサーユニットと、

前記動作電流及び電圧方程式を用いて前記ハイブリッド二次電池の電圧を推定する制御ユニットと

を含み、

前記電圧方程式は、第 1 開放電圧要素及び選択的に第 1 インピーダンス要素によって前記第 1 二次電池の電圧変化をシミュレートする第 1 回路ユニットと、第 2 開放電圧要素及び選択的に第 2 インピーダンス要素によって前記第 2 二次電池の電圧変化をシミュレートする、前記第 1 回路ユニットに並列に接続された第 2 回路ユニットとを含む回路モデルから誘導されることを特徴とするハイブリッド二次電池の電圧推定装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 二次電池及び前記第 2 二次電池は、独立的な電池として異なる包装材に包装されているものであるか、または、1つの包装材内に一緒に包装されているものであることを特徴とする請求項 1 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定装置。

【請求項 3】

前記第 1 二次電池及び前記第 2 二次電池のうち少なくとも 1 つは、複数の単位セルまたは複数の電池モジュールを含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定装置。

20

【請求項 4】

前記制御ユニットは、

前記第 1 開放電圧要素によって形成される第 1 開放電圧を、前記第 1 二次電池の第 1 充電状態と前記第 1 開放電圧との間の予め定義された第 1 相関関係から決定し、

前記第 2 開放電圧要素によって形成される第 2 開放電圧を、前記第 2 二次電池の第 2 充電状態と前記第 2 開放電圧との間の予め定義された第 2 相関関係から決定することを特徴とする請求項 1 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定装置。

【請求項 5】

前記第 1 相関関係は、前記第 1 二次電池の充電状態の変化による開放電圧プロファイルから得たルックアップテーブルまたはルックアップ関数であり、

30

前記第 2 相関関係は、前記第 2 二次電池の充電状態の変化による開放電圧プロファイルから得たルックアップテーブルまたはルックアップ関数であることを特徴とする請求項 4 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定装置。

【請求項 6】

前記第 1 インピーダンス要素及び前記第 2 インピーダンス要素は、少なくとも 1 つの抵抗、少なくとも 1 つのキャパシタ、少なくとも 1 つのインダクタ、またはこれらの組合せを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定装置。

【請求項 7】

前記第 1 インピーダンス要素及び前記第 2 インピーダンス要素は、抵抗とキャパシタとが並列に接続された少なくとも 1 つの RC 回路、及び前記 RC 回路に直列に接続された抵抗を含むことを特徴とする請求項 6 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定装置。

40

【請求項 8】

前記第 1 開放電圧要素と前記第 1 インピーダンス要素とは、かつ前記第 2 開放電圧要素と前記第 2 インピーダンス要素とは、互いに直列に接続されることを特徴とする請求項 1 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定装置。

【請求項 9】

前記制御ユニットは、

前記第 1 インピーダンス要素に含まれた回路要素の接続関係及び電気的特性値から誘導された第 1 インピーダンス電圧計算式を使用して、前記第 1 インピーダンス要素によって

50

形成される第 1 インピーダンス電圧を決定し、

前記第 2 インピーダンス要素に含まれた回路要素の接続関係及び電気的特性値から誘導された第 2 インピーダンス電圧計算式を使用して、前記第 2 インピーダンス要素によって形成される第 2 インピーダンス電圧を決定することを特徴とする請求項 1 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定装置。

【請求項 10】

前記制御ユニットは、

前記回路モデルから、前記第 1 回路ユニット及び前記第 2 回路ユニットにそれぞれ流れる第 1 電流及び第 2 電流を決定し、

前記第 1 電流及び前記第 2 電流をそれぞれ積算して前記第 1 二次電池の第 1 充電状態及び前記第 2 二次電池の第 2 充電状態を時間更新し、

時間更新された前記第 1 充電状態及び前記第 2 充電状態、並びに前記第 1 電流及び前記第 2 電流を用いて、前記第 1 インピーダンス要素によって形成される第 1 インピーダンス電圧及び前記第 2 インピーダンス要素によって形成される第 2 インピーダンス電圧を時間更新し、

時間更新された前記第 1 充電状態及び前記第 2 充電状態に対応する前記第 1 二次電池の第 1 開放電圧及び前記第 2 二次電池の第 2 開放電圧を決定し、

決定された前記第 1 開放電圧及び前記第 2 開放電圧、時間更新された前記第 1 インピーダンス電圧及び前記第 2 インピーダンス電圧、並びに測定された前記動作電流を前記電圧方程式に代入して、前記ハイブリッド二次電池の電圧を推定することを特徴とする請求項 1 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定装置。

【請求項 11】

相異なる電気化学的特性を有して相互に並列に接続された第 1 二次電池及び第 2 二次電池を含むハイブリッド二次電池の電圧を、第 1 開放電圧要素及び選択的に第 1 インピーダンス要素によって前記第 1 二次電池の電圧変化をシミュレートする第 1 回路ユニットと、第 2 開放電圧要素及び選択的に第 2 インピーダンス要素によって前記第 2 二次電池の電圧変化をシミュレートする、前記第 1 回路ユニットに並列に接続された第 2 回路ユニットとを含む回路モデルを用いて推定する方法であって、

ハイブリッド二次電池の動作電流を測定する段階と、

前記回路モデルから前記第 1 回路ユニット及び前記第 2 回路ユニットにそれぞれ流れる第 1 電流及び第 2 電流を決定する段階と、

決定された前記第 1 電流及び前記第 2 電流をそれぞれ積算して前記第 1 二次電池の第 1 充電状態及び前記第 2 二次電池の第 2 充電状態を時間更新する段階と、

時間更新された前記第 1 充電状態及び前記第 2 充電状態、並びに前記第 1 電流及び前記第 2 電流を用いて、前記第 1 インピーダンス要素によって形成される第 1 インピーダンス電圧及び前記第 2 インピーダンス要素によって形成される第 2 インピーダンス電圧を時間更新する段階と、

時間更新された前記第 1 充電状態及び前記第 2 充電状態に対応する前記第 1 二次電池の第 1 開放電圧及び前記第 2 二次電池の第 2 開放電圧を決定する段階と、

決定された前記第 1 開放電圧及び前記第 2 開放電圧、時間更新された前記第 1 インピーダンス電圧及び前記第 2 インピーダンス電圧、並びに測定された前記動作電流を、前記回路モデルから誘導された電圧方程式に代入して、前記ハイブリッド二次電池の電圧を推定する段階と

を含むことを特徴とするハイブリッド二次電池の電圧推定方法。

【請求項 12】

前記ハイブリッド二次電池の動作開始電圧を測定する段階と、

前記動作開始電圧に対応する前記第 1 二次電池の充電状態及び前記第 2 二次電池の充電状態を初期条件として決定する段階と

をさらに含むことを特徴とする請求項 11 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定方法。

【請求項 1 3】

前記第 1 インピーダンス電圧及び前記第 2 インピーダンス電圧に対する初期条件を決定する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定方法。

【請求項 1 4】

前記第 1 電流及び前記第 2 電流は、それぞれ、前記第 1 開放電圧及び前記第 2 開放電圧、前記第 1 インピーダンス電圧及び前記第 2 インピーダンス電圧、並びに前記動作電流を入力変数として含んでいる第 1 電流分配方程式及び第 2 電流分配方程式から決定されることを特徴とする請求項 1 1 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定装置を含む電気駆動装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 1 に記載のハイブリッド二次電池の電圧推定方法をプログラム化して書き込んだコンピューター可読の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド二次電池の電圧を推定することができる装置及び方法に関する。

本出願は、2013 年 10 月 14 日出願の韓国特許出願第 10-2013-0122272 号及び 2014 年 10 月 13 日出願の韓国特許出願第 10-2014-0137724 号に基づく優先権を主張するものであり、該当出願の明細書及び図面に開示された内容は、すべて本出願に援用される。

【背景技術】

【0002】

電池は、電気化学的な酸化及び還元反応を通じて電気エネルギーを生成するものであって、幅広い範囲で多様な用途で用いられる。例えば、携帯電話、ラップトップパソコン、デジカメ、ビデオカメラ、タブレットパソコン、電動工具などのように持ち運び可能な装置；電気自転車、電気バイク、電気自動車、ハイブリッド自動車、電気船、電気飛行機などのような各種電気駆動動力装置；再生可能なエネルギーを通じて発電した電力や余剰発電電力を貯蔵するときに使用される電力貯蔵装置；サーバーコンピューターと通信用基地局を含む各種情報通信装置に電力を安定的に供給するための無停電電源供給装置などに至るまで、電池の使用領域はますます広がっている。

【0003】

電池は、3つの基本構成要素を含む。つまり、放電する間に電子を放出しながら酸化する物質を含む負極（anode）、放電する間に電子を収容しながら還元される物質を含む正極（cathode）、そして負極と正極との間で作動イオンの移動を可能にする電解質である。

【0004】

電池は、放電した後は再使用が不可能な一次電池と、電気化学反応が少なくとも部分的には可逆的であって、繰り返して充電と放電が可能な二次電池とに分類することができる。

二次電池としては、鉛-酸電池、ニッケル-カドミウム電池、ニッケル-亜鉛電池、ニッケル-鉄電池、銀酸化物電池、ニッケル金属水素化物（hydride）電池、亜鉛-マンガン酸化物電池、亜鉛-臭化物電池、金属-空気電池、リチウム二次電池などが知られている。

そのうち、リチウム二次電池は、他の二次電池に比べてエネルギー密度及び電池電圧が高く、保存寿命が長いという点で商業的に多大な関心を集めている。

【0005】

二次電池においては、正極材及び負極材として使用される物質が二次電池の性能に重要

10

20

30

40

50

な影響を及ぼす。したがって、高温で安定性を有しながらも高いエネルギー容量を提供でき、製造コストの低い正極材及び負極材を提供しようとして多様に試みられている。

しかしながら、あらゆる面で優れた性能を有する正極材と負極材を開発することは容易ではないため、相異なる種類の正極材と負極材を含む二次電池を並列に接続することでそれぞれの二次電池が有する短所を補おうとする試みが最近行われている。

以下、相異なる種類の二次電池を並列接続させた形態の二次電池をハイブリッド二次電池と称する。

【0006】

一方、ハイブリッド二次電池は、構成電池が相異なる動作電圧範囲を有する場合、変曲点を含む電圧プロファイルを有することが多い。構成電池の動作電圧範囲が異なれば、ハイブリッド二次電池の充電または放電中に支配的な反応速度 (reaction kinetics) が変わるためである。

なお、ハイブリッド二次電池の電圧プロファイルに変曲点が存在すれば、変曲点の付近では充電状態に比べて電圧の変化量が相対的に少ない。すなわち、充電状態がかなり変わっても電圧は殆ど変化しない。ところで、センサーで測定した電圧には、センサーの誤差や動的に変化する分極電圧などによって誤差が生じる。したがって、変曲点の付近で測定電圧をそのまま用いてハイブリッド二次電池を制御する場合は、その正確度を保障し難い。通常の電池制御システムでは、変曲点の付近で測定電圧が少し変わっただけでも電池の電気化学的状态が相当変化したと推定するためである。

したがって、ハイブリッド二次電池に対しては、電圧を直接測定せず、測定可能な他のパラメータを用いて電圧を間接的に推定できる方法が求められている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、相異なる電気化学的特性を有する二次電池を並列接続したハイブリッド二次電池に対し、電圧を直接測定せず、再帰的アルゴリズム (iterative algorithm) を用いて間接的に推定できる装置及び方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を達成するために、本発明によるハイブリッド二次電池の電圧推定装置は、相異なる電気化学的特性を有して相互に並列に接続された第1二次電池及び第2二次電池を含むハイブリッド二次電池の電圧を推定する装置であって、ハイブリッド二次電池の動作電流を測定するセンサーユニットと、予め定義された回路モデルから誘導された電圧方程式及び前記動作電流を用いてハイブリッド二次電池の電圧を推定する制御ユニットとを含む。

【0009】

一態様によれば、前記第1二次電池と前記第2二次電池とは、相互に独立した電池であって、異なる包装材に包装されているものであって良く、同じ包装材内に一緒に包装されているものであっても良い。

後者の場合、前記第1二次電池及び前記第2二次電池は、正極板、負極板、及び正極板と負極板との間に介在する分離膜を含む単位セルから構成される。そして、前記第1二次電池及び前記第2二次電池は、正極板及び／または負極板に電気化学的特性の異なる活物質のコーティング層を含むことができる。

別の態様によれば、前記第1二次電池及び前記第2二次電池は、それぞれ直列及び／または並列に接続された複数の単位セルまたは複数の電池モジュールを含むことができる。

【0010】

望ましくは、前記回路モデルは、前記第1二次電池の第1開放電圧要素及び選択的に第1インピーダンス要素によって前記第1二次電池の電圧変化をシミュレートする第1回路ユニットと、前記第1回路ユニットに並列接続され、前記第2二次電池の第2開放電圧要素及び選択的に第2インピーダンス要素によって前記第2二次電池の電圧変化をシミュレ

ートする第2回路ユニットとを含むことができる。

望ましくは、前記第1開放電圧要素によって形成される第1開放電圧は、前記第1二次電池の第1充電状態と第1開放電圧との間の予め定義された相関関係から決定することができる。

同様に、前記第2開放電圧要素によって形成される第2開放電圧は、前記第2二次電池の第2充電状態と第2開放電圧との間の予め定義された相関関係から決定することができる。

【0011】

参考までに、前記充電状態は、当業界でSOC (State Of Charge) というパラメータとして知られている。前記充電状態は、SOC及びzというパラメータによってその値を定量的に表示することができる。充電状態を0ないし100%の百分率として表示するときはSOCパラメータを使用し、充電状態を0ないし1の数値で表示するときはzパラメータを使用する。前記充電状態は、非制限的な例として、アンペアカウンティング (ampere counting) 方法で測定することができる。

10

【0012】

望ましくは、前記予め定義された相関関係は、充電状態の変化に従って測定した開放電圧プロファイルから得られる。

一態様によれば、前記予め定義された相関関係は、充電状態毎に対応する開放電圧をマッピングできるルックアップテーブルであり得る。

前記ルックアップテーブルは、第1及び第2二次電池に対して充電状態毎に測定した開放電圧データを用いて得られる。前記開放電圧データは実験を通じて得られる。

20

別の態様によれば、前記予め定義された相関関係は、充電状態及び開放電圧をそれぞれ入力変数及び出力変数として含んでいるルックアップ関数であり得る。

前記ルックアップ関数は、第1及び第2二次電池に対して充電状態毎に測定した開放電圧プロファイルを構成する座標データを数値解析 (numerical analysis) して得られる。

【0013】

望ましくは、前記第1インピーダンス要素及び前記第2インピーダンス要素は、それぞれ、前記第1二次電池及び前記第2二次電池の動作時に生じるIR電圧及び／または分極電圧などをシミュレートするため、少なくとも1つの回路要素を含むことができる。

30

ここで、IR電圧は、二次電池が充電または放電するとき二次電池の内部抵抗によって生ずる電圧を意味する。

IR電圧のため、二次電池が充電される間は二次電池の電圧が開放電圧より高く、二次電池が放電する間はその逆である。

【0014】

一態様によれば、前記第1及び／または第2インピーダンス要素は、少なくとも1つの抵抗、少なくとも1つのキャパシタ、少なくとも1つのインダクタ、またはこれらの組合せを含むことができる。

別の態様によれば、前記第1及び／または第2インピーダンス要素は、抵抗とキャパシタとが並列接続されたRC回路、及びそれに直列に接続された抵抗を含むことができる。

40

さらに別の態様によれば、前記第1及び／または第2インピーダンス要素は、抵抗とキャパシタとが並列接続された複数のRC回路を含み、前記複数のRC回路は直列及び／または並列に接続され得る。

望ましくは、前記第1開放電圧成分と前記第1インピーダンス要素とは直列に接続され得る。同様に、前記第2開放電圧成分と前記第2インピーダンス要素とは直列に接続され得る。

【0015】

望ましくは、前記制御ユニットは、前記第1インピーダンス要素に含まれた回路要素の接続関係及び電気的特性値から誘導された第1インピーダンス電圧算式を使用して、前記第1インピーダンス要素によって形成される第1インピーダンス電圧を決定することがで

50

きる。

同様に、前記制御ユニットは、前記第2インピーダンス要素に含まれた回路要素の接続関係及び電気的特性値から誘導された第2インピーダンス電圧算式を使用して、前記第2インピーダンス要素によって形成される第2インピーダンス電圧を決定することができる。

ここで、各回路要素の電気的特性値は、該当回路要素の種類によって決定されるが、抵抗値、キャパシタンス値、またはインダクタンス値のうちいずれか1つであり得る。

【0016】

本発明において、前記動作電流は、前記第1回路ユニットに流れる第1電流と前記第2回路ユニットに流れる第2電流との和と等しい。

望ましくは、前記制御ユニットは、前記回路モデルから誘導される第1電流分配方程式及び第2電流分配方程式を用いて、前記第1電流及び前記第2電流をそれぞれ決定することができる。

望ましくは、前記第1電流方程式は、入力変数として、前記第1及び第2開放電圧、前記第1及び第2インピーダンス電圧、並びに前記動作電流を含むことができる。同様に、前記第2電流方程式は、入力変数として、前記第1及び第2開放電圧、前記第1及び第2インピーダンス電圧、並びに前記動作電流を含むことができる。

【0017】

一態様によれば、前記第1インピーダンス要素が直列抵抗を含むとき、前記第1インピーダンス電圧は、前記直列抵抗を除いた他の回路要素によって形成された電圧によって決定することができる。

同様に、前記第2インピーダンス要素が直列抵抗を含むとき、前記第2インピーダンス電圧は、前記直列抵抗を除いた他の回路要素によって形成された電圧によって決定することができる。

望ましくは、前記制御ユニットは、前記第1電流を時間毎に積算して第1充電状態を時間更新することができる。同様に、前記制御ユニットは、前記第2電流を時間毎に積算して前記第2充電状態を時間更新することができる。

【0018】

前記制御ユニットは、二次電池と電気的に結合可能な電池管理システム（Battery Management System：BMS）または前記電池管理システムに含まれる制御要素であり得る。

前記電池管理システムは、本発明が属する技術分野でBMSと呼ばれるシステムを意味し得るが、機能的観点から、本発明で説明する少なくとも1つの機能を果たすシステムであれば如何なるものでも前記電池管理システムの範疇に含まれ得る。

【0019】

前記電池管理システムは、前記回路モデルをプロセッサによって実行可能なソフトウェアアルゴリズムとして含むことができる。一例として、前記回路モデルは、プログラムコードとして作成され、メモリ装置に保存され、前記プロセッサによって実行され得る。

【0020】

上記の課題を達成するため、本発明は、ハイブリッド二次電池の電圧推定方法を提供する。

一態様によれば、前記ハイブリッド二次電池の電圧推定方法は、相異なる電気化学的特性を有して相互に並列に接続された第1二次電池及び第2二次電池を含むハイブリッド二次電池の電圧を推定する方法であって、ハイブリッド二次電池の動作電流を測定する段階と、前記回路モデルから誘導された第1及び第2電流分配方程式から前記第1回路ユニット及び前記第2回路ユニットにそれぞれ流れる第1電流及び第2電流を決定する段階と、前記第1電流及び前記第2電流を積算して前記第1二次電池の第1充電状態及び前記第2二次電池の第2充電状態を時間更新する段階と、前記第1充電状態及び前記第2充電状態にそれぞれ対応する第1開放電圧及び第2開放電圧を決定する段階と、前記第1回路ユニットに含まれた第1インピーダンス要素によって形成される第1インピーダンス電圧を前

記第 1 電流を用いて時間更新し、前記第 2 回路ユニットに含まれた第 2 インピーダンス要素によって形成される第 2 インピーダンス電圧を前記第 2 電流を用いて時間更新する段階と、決定された前記第 1 及び第 2 開放電圧、時間更新された前記第 1 及び第 2 インピーダンス電圧、並びに前記動作電流を用いてハイブリッド二次電池の電圧を推定する段階とを含む。

【0021】

上記の課題を達成するため、本発明は、本発明によるハイブリッド二次電池の電圧を推定する方法をプログラム化して書き込んだコンピューター可読の記録媒体を提供する。

【発明の効果】

【0022】

本発明の一態様によれば、動作電流と回路モデルから誘導された電圧方程式を用いて簡単にハイブリッド二次電池の電圧を推定することができる。

本発明の別の態様によれば、変曲点が含まれた電圧プロファイルを有するハイブリッド二次電池の電圧を、特に変曲点付近の充電状態区間でも正確に推定することができる。

本発明のさらに別の態様によれば、ハイブリッド二次電池の電圧を高い信頼性で推定できるため、二次電池の使用目的に合わせて最適化した組合せのハイブリッド二次電池を提供することができる。

本発明のさらに別の態様によれば、電気自動車や電力貯蔵装置のように新たな応用分野で求められる多様な仕様に対応できる二次電池を提供することができる。

【0023】

本明細書に添付される以下の図面は、本発明の望ましい実施形態を例示するものであり、発明の詳細な説明とともに本発明の技術的な思想をさらに理解させる役割をするためのものであって、本発明は図面に記載された事項だけに限定されて解釈されてはならない。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図 1】本発明の実施形態によるハイブリッド二次電池の電圧推定装置の構成を概略的に示したブロック図である。

【図 2】第 1 二次電池と第 2 二次電池が異なる包装材に包装され、並列に接続された場合を示した概念図である。

【図 3】第 1 二次電池と第 2 二次電池が同じ包装材内に一緒に包装され、包装材の内部で並列接続された場合を示した概念図である。

【図 4】本発明の実施形態による回路モデルを示した回路構成図である。

【図 5】本発明の実施形態によるハイブリッド二次電池の電圧推定方法を示したフロー図である。

【図 6】本発明によるハイブリッド二次電池の電圧推定方法の効果を検証するために実施した電圧推定実験の結果を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、添付された図面を参照して本発明の望ましい実施形態を詳しく説明する。これに先立ち、本明細書及び請求範囲に使われた用語や単語は通常的や辞書的な意味に限定して解釈されてはならず、発明者自らは発明を最善の方法で説明するために用語の概念を適切に定義できるという原則に則して本発明の技術的な思想に必ずしも意味及び概念で解釈されねばならない。したがって、本明細書に記載された実施形態及び図面に示された構成は、本発明のもっとも望ましい一実施形態に過ぎず、本発明の技術的な思想のすべてを代弁するものではないため、本出願の時点においてこれらに代替できる多様な均等物及び変形例があり得ることを理解せねばならない。

【0026】

図 1 は、本発明の実施形態によるハイブリッド二次電池の電圧推定装置 100 の構成を概略的に示したブロック図である。

図示されたように、前記電圧推定装置 100 は、センサーユニット 120 及び制御ユニ

10

20

30

40

50

ット130を含み、ハイブリッド二次電池110に電氣的に接続されてハイブリッド二次電池110の電圧を推定する。

【0027】

前記ハイブリッド二次電池110は、少なくとも、相互に並列に接続され、かつ電気化学的特性が相異なる第1及び第2二次電池を含む。

前記電気化学的特性は、電池の容量、電池の使用電圧帯域、充電状態による電池の最大／最小充電率または最大／最小放電率、低率放電特性、高率放電特性、温度毎の最大／最小充電率または最大／最小放電率、充電または放電プロファイル、充電状態の変化に従う抵抗プロファイル、充電状態の変化に従う開放電圧プロファイル、及び電圧に対する電池の容量特性を示した dQ/dV 分布のうち選択された少なくとも1つを意味する。

望ましくは、前記第1及び第2二次電池は、リチウムイオンによって電気化学的反応が起きるリチウム二次電池であり得る。このような場合、前記第1及び第2二次電池は、正極材の種類、負極材の種類、及び電解質の種類のうち少なくとも1つが異なり得る。

【0028】

一実施形態として、前記第1二次電池は、正極材として、一般化学式 $A[A_xM_y]O_{2+z}$ （ A は Li 、 Na 、及び K のうち少なくとも1つの元素を含む； M は Ni 、 Co 、 Mn 、 Ca 、 Mg 、 Al 、 Ti 、 Si 、 Fe 、 Mo 、 V 、 Zr 、 Zn 、 Cu 、 Al 、 Mo 、 Sc 、 Zr 、 Ru 、及び Cr から選択された少なくとも1つの元素を含む； $x \geq 0$ 、 $1 \leq x+y \leq 2$ 、 $-0.1 \leq z \leq 2$ ； x 、 y 、 z 、及び M に含まれた成分の化学量論係数は化合物が電氣的中性を維持するように選択される）で表されるアルカリ金属化合物を含むことができる。

【0029】

代案的に、前記第1二次電池は、正極材として、米国特許第6,677,082号、米国特許第6,680,143号などに開示されたアルカリ金属化合物 $xLiM^1O_2 - (1-x)Li_2M^2O_3$ （ M^1 は平均酸化状態3を有する少なくとも1つの元素を含む； M^2 は平均酸化状態4を有する少なくとも1つの元素を含む； $0 \leq x \leq 1$ ）を含むことができる。

【0030】

また、前記第2二次電池は、正極材として、一般化学式 $Li_aM^1_xFe_{1-x}M^2_yP_{1-y}M^3_zO_{4-z}$ （ M^1 は Ti 、 Si 、 Mn 、 Co 、 Fe 、 V 、 Cr 、 Mo 、 Ni 、 Nd 、 Mg 、及び Al から選択された少なくとも1つの元素を含む； M^2 は Ti 、 Si 、 Mn 、 Co 、 Fe 、 V 、 Cr 、 Mo 、 Ni 、 Nd 、 Mg 、 Al 、 As 、 Sb 、 Si 、 Ge 、 V 、及び S から選択された少なくとも1つの元素を含む； M^3 は F を選択的に含むハロゲン族元素を含む； $0 < a \leq 2$ 、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y < 1$ 、 $0 \leq z < 1$ ； a 、 x 、 y 、 z 、 M^1 、 M^2 、及び M^3 に含まれた成分の化学量論係数は化合物が電氣的中性を維持するように選択される）、または、 $Li_3M_2(PO_4)_3$ （ M は Ti 、 Si 、 Mn 、 Fe 、 Co 、 V 、 Cr 、 Mo 、 Ni 、 Mg 、及び Al から選択された少なくとも1つの元素を含む）で表されるリチウム金属フォスフェートを含むことができる。

【0031】

選択的に、前記第1及び／または第2二次電池に含まれる正極材は、コーティング層を含むことができる。前記コーティング層は、炭素層を含むか、または、 Ti 、 Si 、 Mn 、 Co 、 Fe 、 V 、 Cr 、 Mo 、 Ni 、 Nd 、 Mg 、 Al 、 As 、 Sb 、 Si 、 Ge 、 V 、及び S からなる群より選択された少なくとも1つの元素を含む酸化物層またはフッ化物層を含むことができる。

【0032】

また、前記第1及び第2二次電池は、相異なる電気化学的特性を有するように、負極に相異なる種類の負極材を含むことができる。負極材は、炭素材、リチウム金属、ケイ素、またはスズなどを含み、または、電位が2V未満の TiO_2 、 SnO_2 のような金属酸化物も含むことができる。前記炭素材としては、低結晶性炭素、高結晶性炭素などを全て使用することができる。低結晶性炭素としては、軟質炭素（soft carbon）及び

10

20

30

40

50

硬質炭素 (hard carbon) が代表的であり、高結晶性炭素としては天然黒鉛、人造黒鉛、キッシュ黒鉛 (Kish graphite)、熱分解炭素 (pyrolytic carbon)、液晶ピッチ系炭素繊維 (mesophase pitch based carbon fiber)、メソカーボンマイクロビーズ (meso-carbon microbeads)、液晶ピッチ (Mesophase pitches)、石油系コークス (petroleum derived cokes)、及び石炭系コークス (tar pitch derived cokes) などの高温焼成炭素が代表的である。

【0033】

また、前記第1及び／または第2二次電池は、相異なる電気化学的特性を有するように、相異なる種類の電解質を含むことができる。前記電解質は、 A^+B^- のような構造を有する塩を含むことができる。ここで、前記 A^+ は、 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ のようなアルカリ金属陽イオンまたはこれらの組合せからなるイオンを含む。また、 B^- は、 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 NO_3^- 、 $N(CN)_2^-$ 、 BF_4^- 、 ClO_4^- 、 AlO_4^- 、 $AlCl_4^-$ 、 PF_6^- 、 SbF_6^- 、 AsF_6^- 、 $BF_2C_2O_4^-$ 、 $BC_4O_8^-$ 、 $(CF_3)_2PF_4^-$ 、 $(CF_3)_3PF_3^-$ 、 $(CF_3)_4PF_2^-$ 、 $(CF_3)_5PF^-$ 、 $(CF_3)_6P^-$ 、 $CF_3SO_3^-$ 、 $C_4F_9SO_3^-$ 、 $CF_3CF_2SO_3^-$ 、 $(CF_3SO_2)_2N^-$ 、 $(FSO_2)_2N^-$ 、 $CF_3CF_2(CF_3)_2CO^-$ 、 $(CF_3SO_2)_2CH^-$ 、 $(SF_5)_3C^-$ 、 $(CF_3SO_2)_3C^-$ 、 $CF_3(CF_2)_7SO_3^-$ 、 $CF_3CO_2^-$ 、 $CH_3CO_2^-$ 、 SCN^- 、及び $(CF_3CF_2SO_2)_2N^-$ からなる群より選択されたいずれか1つ以上の陰イオンを含む。

【0034】

また、前記電解質は、有機溶媒を含むことができる。前記有機溶媒としては、プロピレンカーボネート (PC)、エチレンカーボネート (EC)、ジエチルカーボネート (DEC)、ジメチルカーボネート (DMC)、ジプロピルカーボネート (DPC)、ジメチルスルホキシド、アセトニトリル、ジメトキシエタン、ジエトキシエタン、テトラヒドロフラン、N-メチル-2-ピロリドン (NMP)、エチルメチルカーボネート (EMC)、 γ -ブチロラクトン (γ -BL)、またはこれらの混合物を使用することができる。

【0035】

本発明において、前記第1二次電池と前記第2二次電池は、電気化学的特性が相異なって互いに並列に接続されているものであれば、各二次電池の包装形態や各二次電池を構成する単位セルの数によって構成が制限されることはない。

また、前記第1二次電池と前記第2二次電池は、単位セル、複数の単位セルを含むモジュール、複数のモジュールを含むパックなどのように多数の電池要素からなるアセンブリも含む概念で理解せねばならない。

【0036】

一態様によれば、前記第1二次電池と前記第2二次電池は、図2に示されたように独立的な電池として異なる包装材に包装されているものであって良く、図3に示されたように1つの包装材内に一緒に包装されているものであっても良い。

一例として、前記第1及び第2二次電池は、軟性のパウチ包装材内に個別的に包装された相異なる種類のリチウム二次電池であり得る。または、前記第1及び第2二次電池は、1つのパウチ包装材内に一緒に包装された相異なる種類のリチウム二次電池であり得る。

【0037】

また、1つの包装材内に相異なる種類の第1単位セルと第2単位セルとが交互に積層されて並列に接続される場合、交互に積層された第1単位セルのグループと第2単位セルのグループもそれぞれ第1二次電池及び第2二次電池に該当すると見なせる。

前記第1単位セルと前記第2単位セルは、少なくとも、正極板、負極板、及び正極板と負極板との間に介在する分離膜を含む。前記第1単位セルと前記第2単位セルとは電気化学的特性が相異なるため、前記第1単位セルと前記第2単位セルの正極板及び／または負極板は、相異なる活物質コーティング層を含むことができる。

【0038】

別の態様によれば、前記第1二次電池と前記第2二次電池は、負極／分離膜／正極を最小単位にする少なくとも1つの単位セルを含むか、または、少なくとも2個以上の単位セルが直列及び／または並列に接続されて積層された単位セルの組立体を含むことができる。

さらに別の態様によれば、前記第1二次電池は、個別的に包装された第1電気化学的特性を有する複数の二次電池を直列及び／または並列に接続した二次電池モジュールを含むことができる。同様に、前記第2二次電池は、個別的に包装された第2電気化学的特性を有する複数の二次電池を直列及び／または並列に接続した二次電池モジュールを含むことができる。

【0039】

前記二次電池110は負荷140と電氣的に接続することができる。前記負荷140は、多様な電気駆動装置に含まれたものであって、前記二次電池110が放電するとき供給される電気エネルギーによって作動する前記電気駆動装置内に含まれたエネルギー消費装置を意味する。

前記電気駆動装置は、非制限的な例として、電気自動車（EV）、ハイブリッド自動車（HEV）、プラグインハイブリッド自動車（PHEV）、または電気自転車（E-bike）のような電気駆動移動装置；携帯電話、スマートフォン、またはスマートパッドのような持ち運び可能な装置；ラップトップパソコンのようなモバイルコンピューター；カムコーダまたはデジタルカメラのような手持ち式の映像撮影装置；電力グリッドや無停電電源装置で使用される大容量の電力貯蔵装置（ESS）などであり得る。

前記負荷は、非制限的な例として、モーターのような回転動力装置、インバーターのような電力変換装置などが挙げられるが、本発明が負荷の種類によって限定されることはない。

【0040】

選択的に、前記電圧推定装置100は、記憶ユニット160をさらに含むことができる。前記記憶ユニット160は、情報を記録し消去できる記憶媒体であれば、その種類に特に制限がない。一例として、前記記憶ユニット160はRAM、ROM、レジスタ、ハードディスク、光記録媒体、または磁気記録媒体であり得る。また、前記記憶ユニット160は、前記制御ユニット130によってアクセスできるように、例えばデータバスなどを通じて前記制御ユニット130に接続され得る。また、前記記憶ユニット160は、前記制御ユニット130が実行する各種制御ロジックを含むプログラム及び／または前記制御ロジックが実行されるときに発生するデータを、保存及び／または更新及び／または消去及び／または伝送する。前記記憶ユニット160は、論理的に2つ以上に分割でき、前記制御ユニット130内に含まれることを制限しない。

【0041】

また選択的に、前記電圧推定装置100は、表示ユニット150をさらに含むことができる。前記表示ユニット150は、前記制御ユニット130が生成した情報をグラフィックインターフェースで表示できるものであれば、その種類に特に制限がない。一例として、前記表示ユニット150は、液晶ディスプレイ、LEDディスプレイ、OLEDディスプレイ、E-INKディスプレイ、フレキシブルディスプレイなどであり得る。前記表示ユニット150は、前記制御ユニット130に直接または間接的に接続され得る。後者の方式が採択される場合、前記表示ユニット150は、前記制御ユニット130が位置する領域と物理的に分離した領域に位置することができる。そして、前記表示ユニット150と前記制御ユニット130との間に第3制御ユニット（図示せず）が介在して、前記第3制御ユニットが前記制御ユニット130から表示ユニット150に表示する情報の提供を受けて表示ユニット150に表示することができる。そのために、前記第3制御ユニットと前記制御ユニット130とが通信インターフェースを通じて接続され得る。

【0042】

前記センサーユニット120は、前記制御ユニット130の統制の下、時間間隔を置いてハイブリッド二次電池110の動作電流Iを繰り返して測定し、前記測定された動作電

10

20

30

40

50

流 I を制御ユニット 130 に出力することができる。ここで、前記動作電流 I は、ハイブリッド二次電池 110 の充電電流または放電電流を意味する。

選択的に、前記センサーユニット 120 は、前記制御ユニット 130 の統制の下、ハイブリッド二次電池 110 の電圧を測定し、前記測定された電圧を制御ユニット 130 に出力することができる。このような電圧測定は回路モデルで用いられる一部変数の初期条件を設定するためのものであって、詳しくは後述する。

【0043】

前記センサーユニット 120 は、電圧測定部と電流測定部を含むことができる。前記電圧測定部は、基準電位を基準にハイブリッド二次電池 110 の電圧を測定する回路で構成することができる。前記電流測定部は、充電電流または放電電流が流れる線路に設けられたセンサ抵抗で構成することができる。しかしながら、本発明が電圧測定部と電流測定部の具体的な構成によって限定されることはない。

前記電圧測定部と前記電流測定部は、1つのセンサーユニット 120 内に含まれて良く、物理的に互いに分離されても良い。このような場合、前記センサーユニット 120 は、互いに分離されている電圧測定部と電流測定部を含む概念として理解せねばならない。

【0044】

前記制御ユニット 130 は、ハイブリッド二次電池 110 の電圧推定に必要な少なくとも 1つの制御ロジックを実行できる構成要素であって、非制限的な例として、予め定義された回路モデルを用いてハイブリッド二次電池 110 の電圧を推定することができる。

望ましい実施形態として、前記回路モデルは、ハイブリッド二次電池 110 の電圧変化をシミュレートするため、直列及び／または並列に接続された少なくとも 1つの回路ユニットを含むことができる。

【0045】

図 4 は、本発明の一実施形態による回路モデル 200 を示した回路構成図である。

図 4 を参照すれば、前記回路モデル 200 は、ハイブリッド二次電池 110 の電圧変化をモデリングするため、並列に接続された第 1 回路ユニット 210 及び第 2 回路ユニット 220 を含む。

前記第 1 回路ユニット 210 は、前記第 1 二次電池の電圧変化をシミュレートするためのものであって、直列に接続された第 1 開放電圧要素 210 a、及び選択的に第 1 インピーダンス要素 210 b を含む。

同様に、前記第 2 回路ユニット 220 は、前記第 2 二次電池の電圧変化をシミュレートするためのものであって、直列に接続された第 2 開放電圧要素 220 a、及び選択的に第 2 インピーダンス要素 220 b を含む。

【0046】

前記ハイブリッド二次電池 110 が充電または放電するとき、前記第 1 開放電圧要素 210 a の両端には、前記第 1 二次電池の第 1 充電状態 z_{c1} に従って大きさが変化する第 1 開放電圧 $OCV_{c1}(z_{c1})$ が形成され、前記第 2 開放電圧要素 220 a の両端には、前記第 2 二次電池の第 2 充電状態 z_{c2} に従って大きさが変化する第 2 開放電圧 $OCV_{c2}(z_{c2})$ が形成される。

望ましくは、前記第 1 開放電圧 $OCV_{c1}(z_{c1})$ は、前記第 1 充電状態 z_{c1} とそれに対応する前記第 1 二次電池の開放電圧との間の予め定義された相関関係から決定することができる。

同様に、前記第 2 開放電圧 $OCV_{c2}(z_{c2})$ は、前記第 2 充電状態 z_{c2} とそれに対応する前記第 2 二次電池の開放電圧との間の予め定義された相関関係から決定することができる。

【0047】

望ましくは、前記予め定義された相関関係は、充電状態の変化に従って測定した開放電圧プロファイルから得られる。

一実施形態として、前記予め定義された相関関係は、充電状態毎に対応する開放電圧をマッピングできるルックアップテーブルであり得る。このようなルックアップテーブルは

10

20

30

40

50

、第 1 及び第 2 二次電池に対して充電状態毎に測定した開放電圧データを活用して得られる。ここで、前記開放電圧データは実験を通じて得られる。

別の実施形態として、前記予め定義された相関関係は、充電状態と開放電圧をそれぞれ入力変数と出力変数として含んでいるルックアップ関数であり得る。このようなルックアップ関数は、第 1 及び第 2 二次電池に対して充電状態毎に測定した開放電圧プロフィールに含まれた座標データを数値解析して得られる。

【0048】

望ましくは、前記第 1 インピーダンス要素 210b と前記第 2 インピーダンス要素 220b は、それぞれ、前記第 1 二次電池と前記第 2 二次電池が動作するとき生じる IR 電圧及び／または分極電圧などをシミュレートするため、少なくとも 1 つの回路要素を含む。

10

ここで、IR 電圧は、二次電池が充電または放電するとき二次電池の内部抵抗によって生じる電圧を意味する。

IR 電圧のため、二次電池が充電される間は二次電池の電圧が開放電圧より高く、二次電池が放電する間はその逆である。

【0049】

前記第 1 インピーダンス要素 210b 及び前記第 2 インピーダンス要素 220b に含まれる回路要素の数と種類、回路要素同士の接続関係は、前記第 1 二次電池及び第 2 二次電池の電気化学的物性によって決定できるが、望ましくは交流インピーダンス測定実験を通じる試行錯誤法によって決定することができる。また、各回路要素の電気的特性値は、交流インピーダンス測定実験を通じて近似値を決定した後、本発明によって推定される電圧と精密な実験条件で測定した電圧との誤差が最小化するようにチューニングすることで最適値に調整することができる。

20

【0050】

一態様によれば、前記第 1 インピーダンス要素 210b 及び／または前記第 2 インピーダンス要素 220b は、少なくとも 1 つの抵抗、少なくとも 1 つのキャパシタ、少なくとも 1 つのインダクタ、またはこれらの選択的組合せを含むことができる。前記第 1 インピーダンス要素 210b 及び／または前記第 2 インピーダンス要素 220b が、複数の回路要素を含むとき、各回路要素は他の回路要素に直列及び／または並列に接続され得る。

具体的な実施形態において、前記第 1 インピーダンス要素 210b は抵抗とキャパシタとが並列に接続された少なくとも 1 つの RC 回路 $RC_{n, c1}$ と、それに直列に接続された抵抗 $R_{0, c1}$ とを含むことができる。ここで、前記 n は n 番目の RC 回路を示すインデックスである。

30

同様に、前記第 2 インピーダンス要素 220b は、抵抗とキャパシタとが並列に接続された少なくとも 1 つの RC 回路 $RC_{m, c2}$ と、それに直列に接続された抵抗 $R_{0, c2}$ とを含むことができる。ここで、前記 m は m 番目の RC 回路を示すインデックスである。

【0051】

前記 RC 回路 $RC_{n, c1}$ 、 $RC_{m, c2}$ は、前記第 1 二次電池及び前記第 2 二次電池が動作するとき生じる分極電圧をシミュレートするための回路要素に該当する。前記 RC 回路 $RC_{n, c1}$ 、 $RC_{m, c2}$ に含まれた抵抗とキャパシタの電気的特性値、素子の数、そして前記 RC 回路 $RC_{n, c1}$ 、 $RC_{m, c2}$ の数は、前記第 1 二次電池及び前記第 2 二次電池の分極電圧特性によって変化し得る。また、前記第 1 二次電池及び前記第 2 二次電池の分極電圧が無視できる程小さければ、前記 RC 回路 $RC_{n, c1}$ 、 $RC_{m, c2}$ は省略できる。

40

前記直列抵抗 $R_{0, c1}$ 、 $R_{0, c2}$ は、前記第 1 二次電池及び前記第 2 二次電池が動作するとき生じる IR 電圧をシミュレートするための回路要素に該当する。前記直列抵抗 $R_{0, c1}$ 、 $R_{0, c2}$ の電気的特性値は IR 電圧特性によって変化し得る。また、前記直列抵抗 $R_{0, c1}$ 、 $R_{0, c2}$ の数は必要に応じて 2 つ以上になり得る。もし、前記第 1 二次電池及び前記第 2 二次電池の IR 電圧が無視できる程小さければ、前記直列抵抗 $R_{0, c1}$ 、 $R_{0, c2}$ は省略できる。

【0052】

50

望ましくは、前記制御ユニット 130 は、前記第 1 インピーダンス要素 210b に含まれた回路要素の接続関係と電気的特性値から誘導された第 1 インピーダンス電圧計算式を用いて、前記第 1 インピーダンス要素によって形成される第 1 インピーダンス電圧 $V_{i, c1}$ を決定することができる。同様に、前記制御ユニット 130 は、前記第 2 インピーダンス要素 220b に含まれた回路要素の接続関係と電気的特性値から誘導された第 2 インピーダンス電圧計算式を用いて、前記第 2 インピーダンス要素 220b によって形成される第 2 インピーダンス電圧 $V_{i, c2}$ を決定することができる。ここで、各回路要素の電気的特性値は、該当回路要素の種類によって決定されるが、抵抗値、キャパシタンス値、またはインダクタンス値のうちいずれか 1 つであり得る。

【0053】

前記第 1 インピーダンス電圧 $V_{i, c1}$ は、第 1 インピーダンス要素 210b に含まれている直列回路要素によって形成される電圧の和で決定でき、前記第 2 インピーダンス電圧 $V_{i, c2}$ は、第 2 インピーダンス要素 220b に含まれている直列回路要素によって形成される電圧の和で決定することができる。

望ましくは、前記第 1 インピーダンス要素 210b 及び前記第 2 インピーダンス要素 220b が直列抵抗を含む場合、前記第 1 インピーダンス電圧 $V_{i, c1}$ 及び前記第 2 インピーダンス電圧 $V_{i, c2}$ を決定するとき、前記直列抵抗によって形成された電圧を考慮しなくても良い。

前記第 1 インピーダンス要素 210b 及び／または前記第 2 インピーダンス要素 220b が少なくとも 1 つの RC 回路を含むとき、それぞれの RC 回路によって形成される電圧は下記の数式 (1) のような離散時間方程式によって決定することができる。下記離散時間方程式は、当業界で周知されているため、具体的な誘導過程は省略する。

【0054】

【数 1】

$$V_{RC}[k+1] = \exp\left(-\frac{\Delta t}{RC}\right)V_{RC}[k] + R\left(1 - \exp\left(-\frac{\Delta t}{RC}\right)\right)I_{RC}[k] \quad (1)$$

【0055】

数式 (1) において、 k は時間インデックスを示し、 Δt は時間インデックス k と時間インデックス $k+1$ との間の時間間隔を示し、 R と C は、それぞれ、RC 回路に含まれた抵抗の抵抗値とキャパシタのキャパシタンス値を示し、 $I_{RC}[k]$ は RC 回路に流れる電流を示す。

一方、前記動作電流 I は、前記第 1 回路ユニット 210 に流れる第 1 電流 I_{c1} と前記第 2 回路ユニット 220 に流れる第 2 電流 I_{c2} との和と等しい。したがって、前記動作電流 I 、前記第 1 電流 I_{c1} 及び前記第 2 電流 I_{c2} の関係は、下記の数式 (2) のような離散時間方程式で表すことができる。

【0056】

【数 2】

$$I[k] = I_{c1}[k] + I_{c2}[k] \quad (2)$$

【0057】

数式 (2) において、ハイブリッド二次電池 110 の充電時には、 $I[k]$ 、 $I_{c1}[k]$ 、及び $I_{c2}[k]$ が正の値を有する。逆に、ハイブリッド二次電池 110 の放電時には、 $I[k]$ 、 $I_{c1}[k]$ 、及び $I_{c2}[k]$ が負の値を有する。

前記制御ユニット 130 は、前記回路モデル 200 から誘導される第 1 電流分配方程式と第 2 電流分配方程式を用いて前記第 1 電流 $I_{c1}[k]$ 及び前記第 2 電流 $I_{c2}[k]$ をそれぞれ決定することができる。

前記第 1 電流分配方程式と前記第 2 電流分配方程式を離散時間方程式の形態で誘導する過程は次のようである。

まず、時間インデックス k において、前記第 1 電流と前記第 2 電流は下記の数式 (3) 及び (4) のように表すことができる。

【0058】

【数 3】

$$I_{c1}[k] = \frac{V[k] - (OCV_{c1}(z_{c1}[k]) + \sum_n V_{RC,c1}^n[k])}{R_{0,c1}} \quad (3)$$

10

$$I_{c2}[k] = \frac{V[k] - (OCV_{c2}(z_{c2}[k]) + \sum_m V_{RC,c2}^m[k])}{R_{0,c2}} \quad (4)$$

【0059】

上記の数式において、 $V[k]$ はハイブリッド二次電池の電圧を示す。

【数 4】

$$\sum_n V_{RC,c1}^n[k]$$

20

は、第 1 回路ユニット 210 に含まれた少なくとも 1 つの RC 回路 $RC_{n,c1}$ によって形成される電圧の和であって、 $V_{RC,c1}^n$ は、 n 番目 RC 回路に形成される電圧を示す。 n は 1 ないし p の自然数であり、 p の最小値は 1 である。同様に、

【数 5】

$$\sum_m V_{RC,c2}^m[k]$$

30

は、第 2 回路ユニット 220 に含まれた少なくとも 1 つの RC 回路 $RC_{m,c2}$ によって形成される電圧の和であって、 $V_{RC,c2}^m$ は、 m 番目 RC 回路に形成される電圧を示す。 m は 1 ないし q の自然数であり、 q の最小値は 1 である。 $z_{c1}[k]$ と $z_{c2}[k]$ は、それぞれ、第 1 二次電池と第 2 二次電池の充電状態を示す。 $R_{0,c1}$ 及び $R_{0,c2}$ は、第 1 回路ユニット 210 及び第 2 回路ユニット 220 にそれぞれ含まれた直列抵抗の抵抗値を示す。

数式 (3) 及び (4) を数式 (2) に代入して、ハイブリッド二次電池の電圧 $V[k]$ に対して整理すれば、下記の数式 (5) のような電圧方程式が得られる。

【0060】

【数 6】

$$V[k] = \frac{(OCV_{c1}(z_{c1}[k]) + \sum_n V_{RC,c1}^n[k])R_{0,c2} + (OCV_{c2}(z_{c2}[k]) + \sum_m V_{RC,c2}^m[k])R_{0,c1} + I[k]R_{0,c1}R_{0,c2}}{R_{0,c1} + R_{0,c2}} \quad (5)$$

40

【0061】

その後、数式 (5) を数式 (3) 及び (4) にそれぞれ代入すれば、次のように第 1 電流分配方程式 (6) 及び第 2 電流分配方程式 (7) が得られる。

【0062】

【数 7】

$$I_{c1}[k] = \frac{(OCV_{c2}(z_{c2}[k]) + \sum_m V_{RC,c2}^m[k]) - (OCV_{c1}(z_{c1}[k]) + \sum_n V_{RC,c1}^n[k]) + I[k]R_{0,c2}}{R_{0,c1} + R_{0,c2}} \quad (6)$$

$$I_{c2}[k] = \frac{(OCV_{c1}(z_{c1}[k]) + \sum_n V_{RC,c1}^n[k]) - (OCV_{c2}(z_{c2}[k]) + \sum_m V_{RC,c2}^m[k]) + I[k]R_{0,c1}}{R_{0,c1} + R_{0,c2}} \quad (7)$$

10

【0063】

数式(6)と(7)は、ハイブリッド二次電池の動作電流 I が第1二次電池側と第2二次電池側とに分かれて流れる場合、電流の大きさを定量的に決定するとき使用することができる。

また、数式(6)と(7)は、第1二次電池の充電状態 $z_{c1}[k]$ と第2二次電池の充電状態 $z_{c2}[k]$ を下記の数式(8)と(9)を用いてアンペアカウンティング法によって時間更新するとき使用することができる。

【0064】

【数 8】

$$z_{c1}[k+1] = z_{c1}[k] + \frac{I_{c1}[k]}{Q_{c1}} \Delta t \quad (8)$$

$$z_{c2}[k+1] = z_{c2}[k] + \frac{I_{c2}[k]}{Q_{c2}} \Delta t \quad (9)$$

20

【0065】

数式(8)及び(9)において、 Q_{c1} 及び Q_{c2} は、それぞれ、第1二次電池及び第2二次電池の容量を示す。 Δt は時間インデックス k と $k+1$ との間の時間間隔を示す。

30

数式(6)及び(7)において、

【数 9】

$$OCV_{c1}(z_{c1}[k])$$

と

【数 10】

$$OCV_{c2}(z_{c2}[k])$$

40

は、第1二次電池と第2二次電池の開放電圧プロファイルを用いて決定でき、

【数 11】

$$\sum_n V_{RC,c1}^n[k]$$

と

【数 1 2】

$$\sum_m V_{RC,c2}^m[k]$$

は、数式 (1)、第 1 電流 $I_{c1}[k]$ 、及び第 2 電流 $I_{c2}[k]$ を活用して決定することができる。

【0066】

一方、前記制御ユニット 130 が離散時間方程式で表された上述した数式を用いてハイブリッド二次電池の電圧を推定するためには、第 1 二次電池の充電状態 $z_{c1}[k]$ 、第 2 二次電池の充電状態 $z_{c2}[k]$ 、第 1 回路ユニット 210 に含まれた少なくとも 1 つの RC 回路によって形成される電圧

10

【数 1 3】

$$\sum_n V_{RC,c1}^n[k]$$

、及び第 2 回路ユニット 220 に含まれた少なくとも 1 つの RC 回路によって形成される電圧

【数 1 4】

20

$$\sum_m V_{RC,c2}^m[k]$$

に対する初期条件を設定することが望ましい。

一実施形態において、前記制御ユニット 130 は、下記の数式 (10) のように、初期条件を設定できるが、本発明がこれによって限定されることはない。

【0067】

【数 1 5】

30

$$\begin{aligned} z_{c1}[0] &= OCV_{c1}^{-1}(V[0]) \\ z_{c2}[0] &= OCV_{c2}^{-1}(V[0]) \end{aligned} \quad (10)$$

$$V_{RC,c1}^n[0] = 0 \quad (n \text{ は RC 回路のシーケンスインデックス})$$

$$V_{RC,c2}^m[0] = 0 \quad (m \text{ は RC 回路のシーケンスインデックス})$$

【0068】

前記初期条件において、 $V[0]$ は、ハイブリッド二次電池の充電または放電が始まる時、センサーユニット 120 を通じて初めて測定した二次電池の動作開始電圧であって、近似的には二次電池の充電または放電開始時の開放電圧に該当する。演算子 OCV_{c1}^{-1} は、第 1 二次電池の充電状態を開放電圧に変換する演算子である $OCV_{c1}(z_{c1}[k])$ の逆変換演算子であり、演算子 OCV_{c2}^{-1} は、第 2 二次電池の充電状態を開放電圧に変換する演算子である $OCV_{c2}(z_{c2}[k])$ の逆変換演算子である。演算子 OCV_{c1}^{-1} 及び演算子 OCV_{c2}^{-1} の計算結果は、実験を通じて予め得た第 1 二次電池の開放電圧プロファイル及び第 2 二次電池の開放電圧プロファイルを用いて決定することができる。

40

【0069】

以下、図 5 を参照して、ハイブリッド二次電池の充電または放電開始直後から Δt の時間が経過する度に、前記制御ユニット 130 が二次電池の電圧を推定する方法をより具体

50

的に説明する。

まず、段階 S 1 0 において、前記制御ユニット 1 3 0 は、センサーユニット 1 2 0 を用いてハイブリッド二次電池 1 1 0 を通じて流れる動作電流の方向と大きさをモニタリングし、二次電池の動作（充電または放電）が開始したか否かを判断する。

前記制御ユニット 1 3 0 は、二次電池 1 1 0 の動作が開始したと判断すれば、段階 S 2 0 で時間インデックス k を 0 に初期化する。

【 0 0 7 0 】

その後、前記制御ユニット 1 3 0 は、段階 S 3 0 において、前記センサーユニット 1 2 0 を通じて二次電池 1 1 0 の動作開始電圧に該当する $V[0]$ と動作開始電流に該当する $I[0]$ を測定し、記憶ユニット 1 6 0 に保存する（S 3 0）。

前記制御ユニット 1 3 0 は、 $V[0]$ 及び $I[0]$ を測定及び保存した後、段階 S 4 0 において、回路モデルから誘導された数式を用いてハイブリッド二次電池の電圧を推定するため、下記のように初期条件を設定する。

【 0 0 7 1 】

【数 1 6】

$$z_{c1}[0] = OCV_{c1}^{-1}(V[0])$$

$$z_{c2}[0] = OCV_{c2}^{-1}(V[0])$$

$$V_{RC,c1}^n[0] = 0 \quad (n \text{ は RC 回路のシーケンスインデックス})$$

$$V_{RC,c2}^m[0] = 0 \quad (m \text{ は RC 回路のシーケンスインデックス})$$

【 0 0 7 2 】

前記制御ユニット 1 3 0 は、前記初期条件を設定するとき、前記第 1 回路ユニット 2 1 0 と前記第 2 回路ユニット 2 2 0 に含まれた各種回路要素の電気的特性値を参照できるように、前記電気的特性値は記憶ユニット 1 6 0 に予め保存されていることが望ましい。各回路要素の電気的特性値は、固定値または可変値として保存され得る。前記電気的特性値が可変値として保存される場合、前記電気的特性値はハイブリッド二次電池の充電状態、温度、容量退化度などによって変化し得る。

【 0 0 7 3 】

次いで、前記制御ユニット 1 3 0 は、段階 S 5 0 において、第 1 電流分配方程式（6）及び第 2 電流分配方程式（7）を用いて、下記のように第 1 電流 $I_{c1}[0]$ 及び第 2 電流 $I_{c2}[0]$ を決定する。このとき、S 4 0 段階で設定した初期条件、前記第 1 二次電池及び前記第 2 二次電池に対する予め定義された開放電圧プロファイル $OCV_{c1}[z_{c1}]$ 及び $OCV_{c2}[z_{c2}]$ 、前記第 1 回路ユニット 2 1 0 及び前記第 2 回路ユニット 2 2 0 に含まれた各回路要素の電気的特性値が用いられる。

【 0 0 7 4 】

【数 1 7】

$$I_{c1}[0] = \frac{(OCV_{c2}(z_{c2}[0]) + \sum_m V_{RC,c2}^m[0]) - (OCV_{c1}(z_{c1}[0]) + \sum_n V_{RC,c1}^n[0]) + I[0]R_{0,c2}}{R_{0,c1} + R_{0,c2}}$$

$$I_{c2}[0] = \frac{(OCV_{c1}(z_{c1}[0]) + \sum_n V_{RC,c1}^n[0]) - (OCV_{c2}(z_{c2}[0]) + \sum_m V_{RC,c2}^m[0]) + I[0]R_{0,c1}}{R_{0,c1} + R_{0,c2}}$$

【 0 0 7 5 】

その後、前記制御ユニット 1 3 0 は、段階 S 6 0 において、時間インデックス k を 1 ほど増加させる。次いで、段階 S 7 0 において、段階 S 5 0 で決定した第 1 電流 $I_{c1}[0]$

10

20

30

40

50

」及び第2電流 $I_{c2}[0]$ 、数式(1)、数式(8)、及び数式(9)を用いて、下記のように前記第1二次電池の充電状態 z_{c1} 、前記第2二次電池の充電状態 z_{c2} 、第1回路ユニット及び第2回路ユニットに含まれた各RC回路によって形成される電圧に対して時間更新を行う。以下、時間更新される4つの変数を入力変数と称する。

【0076】

【数18】

$$z_{c1}[1] = z_{c1}[0] + \frac{I_{c1}[0]}{Q_{c1}} \Delta t$$

$$z_{c2}[1] = z_{c2}[0] + \frac{I_{c2}[0]}{Q_{c2}} \Delta t$$

$$V_{RC,c1}^n[1] = \exp\left(-\frac{\Delta t}{R_{n,c1}C_{n,c1}}\right) V_{RC,c1}^n[0] + R_{n,c1} \left(1 - \exp\left(-\frac{\Delta t}{R_{n,c1}C_{n,c1}}\right)\right) I_{c1}[0]$$

($n=1, 2, \dots, p$)

$$V_{RC,c2}^m[1] = \exp\left(-\frac{\Delta t}{R_{m,c2}C_{m,c2}}\right) V_{RC,c2}^m[0] + R_{m,c2} \left(1 - \exp\left(-\frac{\Delta t}{R_{m,c2}C_{m,c2}}\right)\right) I_{c2}[0]$$

($m=1, 2, \dots, q$)

【0077】

上記の数式において、 $R_{n,c1}$ 及び $C_{n,c1}$ は、それぞれ、第1回路ユニットに含まれた n 番目RC回路の抵抗値及びキャパシタンス値を示す。同様に、 $R_{m,c2}$ 及び $C_{m,c2}$ は、それぞれ、第2回路ユニットに含まれた m 番目RC回路の抵抗値及びキャパシタンス値を示す。 n と m は1またはそれ以上の自然数であり得、第1回路ユニット及び／または第2回路ユニットにRC回路が含まれない場合、RC回路によって形成される電圧の時間更新を省略することができる。

【0078】

次いで、前記制御ユニット130は、段階S80において、センサーユニット120を通じてハイブリッド二次電池の動作電流を測定し、動作電流に対して測定更新を行う。

その後、前記制御ユニット130は、段階S90において、時間更新された入力変数と測定更新された動作電流を電圧方程式に該当する数式(5)に代入し、下記のようにハイブリッド二次電池の電圧を推定する。

【0079】

【数19】

$$V[1] = \frac{(OCV_{c1}(z_{c1}[1]) + \sum_n V_{RC,c1}^n[1] R_{0,c2}) + (OCV_{c2}(z_{c2}[1]) + \sum_m V_{RC,c2}^m[1] R_{0,c1}) + I[1] R_{0,c1} R_{0,c2}}{R_{0,c1} + R_{0,c2}}$$

【0080】

上記の数式において、

10

20

30

40

【数 2 0】

$$OCV_{c1}(z_{c1}[1])$$

及び

【数 2 1】

$$OCV_{c2}(z_{c2}[1])$$

は、第 1 二次電池及び第 2 二次電池に対して予め定義された開放電圧プロファイルを用いて決定することができる。また、

10

【数 2 2】

$$\sum_n V_{RC,c1}^n [1]$$

及び

【数 2 3】

$$\sum_m V_{RC,c1}^m [1]$$

20

は、時間更新された RC 回路電圧を用いて決定することができる。I [1] はセンサーユニット 120 によって測定更新された動作電流である。第 1 及び第 2 回路ユニットの直列抵抗値 $R_{0,c1}$ 、 $R_{0,c2}$ は、実験を通じて予め決定されるものであって、固定値または可変値である。

数式 (5) を用いた電圧推定が完了すれば、段階 S100 において、前記制御ユニット 130 は、入力変数に対する時間更新周期に該当する Δt が経過したか否かを判断する。

【0081】

前記制御ユニット 130 は、時間 Δt が経過したと判断すれば、段階 S110 において、センサーユニット 120 を通じて二次電池の動作電流をモニタリングして二次電池の充電または放電が続いているか否かを判断する。

30

前記制御ユニット 130 は、二次電池の充電または放電が続いていると判断すれば、プロセスを段階 S50 に移行することで、第 1 電流及び第 2 電流の時間更新段階からハイブリッド二次電池の電圧推定段階までの過程を再度繰り返す。

このような再帰的アルゴリズムは、二次電池の充電または放電が続いている間、入力変数の時間更新週期 (Δt) が経過する度に繰り返される。

【0082】

一方、前記制御ユニット 130 は、段階 S110 で充電または放電が実質的に終了したと判断すれば、段階 S120 において、充電または放電が終了してから十分な時間が経過したか否かを判断する。

40

ここで、十分な時間とは、ハイブリッド二次電池の電圧が開放電圧に該当する電圧レベルに安定化するまでに要する時間を意味する。

前記制御ユニット 130 は、充電または放電が終了した後、十分な時間が経過したと判断すれば、回路モデルを用いたハイブリッド二次電池の電圧推定プロセスを終了する。

【0083】

前記制御ユニット 130 は、各段階で決定した結果を記憶ユニット 160 に保存するか、外部の他の制御ユニットに伝送するか、または、表示ユニット 150 を通じてグラフィックインターフェースで表示することができる。ここで、グラフィックインターフェースは、文字、絵、グラフィック、またはこれらの組合せを含む。

50

【0084】

また、前記制御ユニット130は、回路モデルを用いて推定したハイブリッド二次電池の電圧を二次電池の充電または放電制御に用いることができる。また、前記制御ユニット130は、前記推定されたハイブリッド二次電池の電圧を二次電池の充電状態や容量退化などの決定に参照することができる。このような場合、前記制御ユニット130は、二次電池の動作を全般的に制御する電池管理システム(BMS)の一部として含まれ得る。

代案的に、前記制御ユニット130は、前記推定されたハイブリッド二次電池の電圧を二次電池の制御を担当する制御ユニットに伝送することができる。例えば、ハイブリッド二次電池が電気自動車やハイブリッド自動車に搭載された場合、前記制御ユニット130は、前記推定されたハイブリッド二次電池の電圧を自動車の中央制御装置に伝送することができる。

10

【0085】

前記制御ユニット130は、上述した多様な制御ロジックを実行するために当業界に周知されたプロセッサ、ASIC(Application-Specific Integrated Circuit)、他のチップセット、論理回路、レジスタ、通信モデム、データ処理装置などを選択的に含むことができる。また、前記制御ロジックがソフトウェアとして具現されるとき、前記制御ユニット130はプログラムモジュールの集合として具現され得る。このとき、プログラムモジュールはメモリに保存され、プロセッサによって実行され得る。前記メモリは、プロセッサの内部または外部にあり得、周知された多様なコンピューターの部品でプロセッサに接続され得る。また、前記メモリは、本発明の記憶ユニット160に含まれ得る。また、前記メモリは、デバイスの種類に関係なく情報が保存される装置を総称し、特定のメモリ装置を称しない。

20

【0086】

また、前記制御ユニット130の制御ロジックが本発明の実施形態によるハイブリッド二次電池の電圧推定方法のプロセスを構成できることは自明である。

また、前記制御ユニット130の多様な制御ロジックは少なくとも1つが組み合わせられ、組み合わせられた制御ロジックはコンピューター可読のコード体系に作成されてコンピューター可読の記録媒体に書き込まれ得る。前記記録媒体は、コンピューターに含まれたプロセッサによってアクセス可能なものであれば、その種類に特に制限がない。一例として、前記記録媒体は、ROM、RAM、レジスタ、CD-ROM、磁気テープ、ハードディスク、フロッピー(登録商標)ディスク、及び光データ記録装置を含む群から選択された少なくとも1つを含む。また、前記コード体系は、キャリア信号に変調されて特定時点に通信キャリアに含まれ得、ネットワークで接続されたコンピューターに分散して保存されて実行され得る。また、本発明が属する技術分野のプログラマーは、前記組み合わせられた制御ロジックを具現するための機能的なプログラム、コード、及びコードセグメントを容易に推論することができる。

30

【0087】

<実験例>

まず、 $\text{Li}[\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z]\text{O}_2$ 及び炭素材をそれぞれ正極及び負極に含んでいる30Ah容量のパウチ型第1リチウム二次電池と、 LiFePO_4 及び炭素材をそれぞれ正極及び負極に含んでいる5Ah容量のパウチ型第2リチウム二次電池とを製作した。

40

その後、第1リチウム二次電池と第2リチウム二次電池とを並列に接続してハイブリッド二次電池を製作し、充放電テストの恒温チャンバにローディングした後、ハイブリッド二次電池の温度を25℃に維持しながら、開放電圧が3.7Vになるまで放電し、十分な時間の休止期を置いた。その後、200Aの高率放電条件で数十秒間短く放電するパルス放電実験を行った。

【0088】

図6は、前記パルス放電実験の実行中に、本発明によって推定されたハイブリッド二次電池の電圧を経時的に示したグラフである。

図6を参照すれば、ハイブリッド二次電池がパルス放電する間、推定された電圧の波形

50

がパルス放電で観察される電圧波形と実質的に同じであることが確認できる。また、パルス放電が終了した直後に推定された電圧の変化パターンもハイブリッド二次電池の実際電圧が見せる変化パターンと実質的に同じく開放電圧に向かって収束することが確認できる。また、実験例で製作したハイブリッド二次電池の場合、実際の電圧変化を観察すればパルス放電の終了直後に変曲点が生じるが、推定された電圧のプロファイルでも変曲点が現れることが確認できる。このような実験結果から、本発明による回路モデルがハイブリッド二次電池の電圧を高い信頼性でシミュレートでき、特に電圧変化プロファイルで変曲点が現れる場合にも有効にハイブリッド二次電池の電圧を高い信頼性でシミュレートできることが分かる。

【0089】

10

以上のように、本発明を限定された実施形態と図面によって説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、本発明の属する技術分野で通常の知識を持つ者によって本発明の技術思想と特許請求の範囲の均等範囲内で多様な修正及び変形が可能であることは言うまでもない。

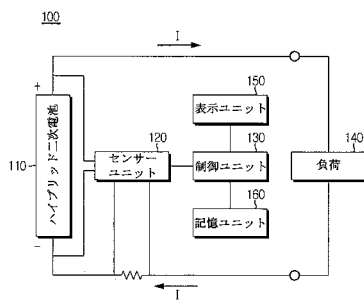
【符号の説明】

【0090】

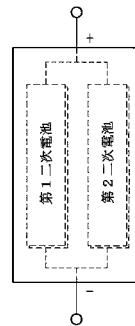
- 100 ハイブリッド二次電池の電圧推定装置
- 110 ハイブリッド二次電池
- 120 センサーユニット
- 130 制御ユニット
- 140 負荷
- 150 表示ユニット
- 160 記憶ユニット

20

【図1】



【図3】

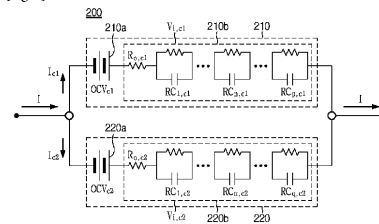


【図2】

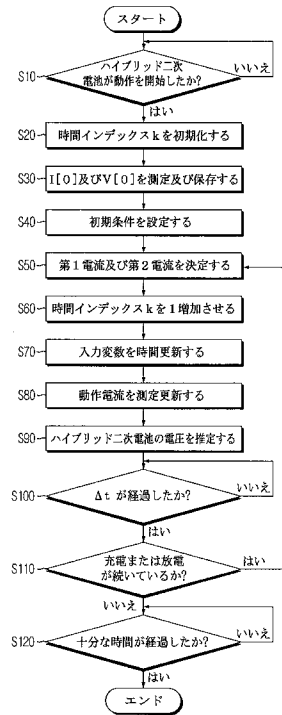


【図4】

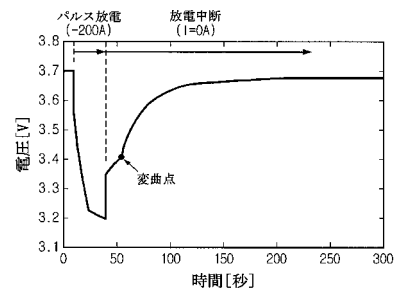
[Fig. 4]



【図 5】



【図 6】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/009645

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01R 31/36(2006.01)i, H01M 10/48(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01R 31/36; H01M 10/48; G06F 17/00; H01M 10/44 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: battery, voltage, state estimation, sensor, circuit, equation		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-0996693 B1 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 25 November 2010 See abstract, paragraphs [0062]-[0068], [0079]-[0099] and figures 1, 7-9.	1-16
Y	KR 10-2004-0003336 A (KOREA KUMHO PETROCHEMICAL CO., LTD.) 13 January 2004 See abstract, pages 3-4, claim 1 and figure 7.	1-16
A	KR 10-2008-0041702 A (LG CHEM, LTD.) 13 May 2008 See abstract, paragraphs [0018]-[0042], claims 1, 5-6 and figures 1-3.	1-16
A	JP 2012-057998 A (CALSONIC KANSEI CORP.) 22 March 2012 See paragraphs [0008]-[0012], claims 1-5 and figures 1-5.	1-16
A	US 2013-0110429 A1 (MITSUYAMA et al.) 02 May 2013 See abstract, claims 1-5 and figures 1-6.	1-16
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 09 JANUARY 2015 (09.01.2015)		Date of mailing of the international search report 12 JANUARY 2015 (12.01.2015)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seousa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/009645

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-0996693 B1	25/11/2010	CN 101346636 A	14/01/2009
		CN 101346636 B	13/03/2013
		CN 103163474 A	19/06/2013
		CN 103163474 B	16/07/2014
		EP 1972955 A1	24/09/2008
		JP 2007-178215 A	12/07/2007
		JP 4984527 B2	25/07/2012
		KR 10-2008-0088617 A	02/10/2008
		US 2009-0001992 A1	01/01/2009
		US 2011-0257914 A1	20/10/2011
		US 8274291 B2	25/09/2012
		US 8664960 B2	04/03/2014
		WO 2007-074614 A1	05/07/2007
KR 10-2004-0003336 A	13/01/2004	JP 2004-053598 A	19/02/2004
		JP 4090397 B2	28/05/2008
		KR 10-0462661 B1	20/12/2004
		US 2004-0006440 A1	08/01/2004
		US 7062390 B2	13/06/2006
KR 10-2008-0041702 A	13/05/2008	CN 101248365 A	20/08/2008
		CN 101248365 B	10/11/2010
		EP 1917536 A1	07/05/2008
		JP 2009-506317 A	12/02/2009
		JP 4772871 B2	14/09/2011
		KR 10-0952049 B1	07/04/2010
		TW 1320610 B	11/02/2010
		US 2007-0046292 A1	01/03/2007
		US 2009-0261837 A1	22/10/2009
		US 7589532 B2	15/09/2009
		US 7800375 B2	21/09/2010
		WO 2007-024093 A1	01/03/2007
JP 2012-057998 A	22/03/2012	NONE	
US 2013-0110429 A1	02/05/2013	EP 2551687 A1	30/01/2013
		JP 2011-196906 A	06/10/2011
		JP 2011-214843 A	27/10/2011
		JP 4689755 B1	25/05/2011
		JP 4689756 B1	25/05/2011
		WO 2011-118080 A1	29/09/2011

국제조사보고서		국제출원번호 PCT/KR2014/009645
A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G01R 31/36(2006.01)i, H01M 10/48(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류용 기재) G01R 31/36; H01M 10/48; G06F 17/00; H01M 10/44 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 전지, 전압, 상태 추정, 센서, 회로, 방정식		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-0996693 B1 (도요타 지도샤 有限) 2010.11.25 요약, 단락 [0062]-[0068], [0079]-[0099] 및 도면 1, 7-9 참조.	1-16
Y	KR 10-2004-0003336 A (금호석유화학 주식회사) 2004.01.13 요약, 페이지 3-4, 청구항 1 및 도면 7 참조.	1-16
A	KR 10-2008-0041702 A (주식회사 엘지화학) 2008.05.13 요약, 단락 [0018]-[0042], 청구항 1, 5-6 및 도면 1-3 참조.	1-16
A	JP 2012-057998 A (CALSONIC KANSEI CORP.) 2012.03.22 단락 [0008]-[0012], 청구항 1-5 및 도면 1-5 참조.	1-16
A	US 2013-0110429 A1 (MITSUYAMA et al.) 2013.05.02 요약, 청구항 1-5 및 도면 1-6 참조.	1-16
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “B” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2015년 01월 09일 (09.01.2015)		국제조사보고서 발송일 2015년 01월 12일 (12.01.2015)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82 42 472 3473		심사관 강성철 전화번호 +82-42-481-8405

서식 PCT/ISA/210 (두 번째 용지) (2009년 7월)

국제조사보고서 대응특허에 관한 정보		국제출원번호 PCT/KR2014/009645	
국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-0996693 B1	2010/11/25	CN 101346636 A CN 101346636 B CN 103163474 A CN 103163474 B EP 1972955 A1 JP 2007-178215 A JP 4984527 B2 KR 10-2008-0088617 A US 2009-0001992 A1 US 2011-0257914 A1 US 8274291 B2 US 8664960 B2 WO 2007-074614 A1	2009/01/14 2013/03/13 2013/06/19 2014/07/16 2008/09/24 2007/07/12 2012/07/25 2008/10/02 2009/01/01 2011/10/20 2012/09/25 2014/03/04 2007/07/05
KR 10-2004-0003336 A	2004/01/13	JP 2004-053598 A JP 4090397 B2 KR 10-0462661 B1 US 2004-0006440 A1 US 7062390 B2	2004/02/19 2008/05/28 2004/12/20 2004/01/08 2006/06/13
KR 10-2008-0041702 A	2008/05/13	CN 101248365 A CN 101248365 B EP 1917536 A1 JP 2009-506317 A JP 4772871 B2 KR 10-0952049 B1 TW I320610 B US 2007-0046292 A1 US 2009-0261837 A1 US 7589532 B2 US 7800375 B2 WO 2007-024093 A1	2008/08/20 2010/11/10 2008/05/07 2009/02/12 2011/09/14 2010/04/07 2010/02/11 2007/03/01 2009/10/22 2009/09/15 2010/09/21 2007/03/01
JP 2012-057998 A	2012/03/22	없음	
US 2013-0110429 A1	2013/05/02	EP 2551687 A1 JP 2011-196906 A JP 2011-214843 A JP 4689755 B1 JP 4689756 B1 WO 2011-118080 A1	2013/01/30 2011/10/06 2011/10/27 2011/05/25 2011/05/25 2011/09/29

서식 PCT/ISA/210 (대응특허 추가용지) (2009년 7월)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ

Fターム(参考) 5G503 AA01 AA07 BA04 BB01 CA01 EA02 EA06 EA08 FA06 GD06
5H030 AA01 AA10 AS06 AS08 FF42 FF43 FF44