(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2014-505863
(P2014-505863A)
(43)公表日　平成26年3月6日(2014.3.6)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G01R 31/36	(2006.01)	G01R	31/36	A	2G016
H01M 10/48	(2006.01)	H01M	10/48	P	5G503
H02J 7/00	(2006.01)	H01M	10/48	301	5H030
		H02J	7/00	Q	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 20 頁）

(21)出願番号　特願2013-543259 (P2013-543259)
(86)(22)出願日　平成23年12月6日 (2011.12.6)
(85)翻訳文提出日　平成25年8月6日 (2013.8.6)
(86)国際出願番号　PCT/US2011/063483
(87)国際公開番号　WO2012/078599
(87)国際公開日　平成24年6月14日 (2012.6.14)
(31)優先権主張番号　12/960,856
(32)優先日　平成22年12月6日 (2010.12.6)
(33)優先権主張国　米国(US)

(71)出願人　390020248
日本テキサス・インスツルメンツ株式会社
東京都新宿区西新宿六丁目２４番１号
(71)出願人　507107291
テキサス　インスツルメンツ　インコーポレイテッド
アメリカ合衆国　テキサス州　７５２６５－５４７４　ダラス　メイル　ステイション　３９９９　ピーオーボックス　６５５４７４
(74)上記1名の代理人　100098497
弁理士　片寄　恭三

最終頁に続く

(54)【発明の名称】バッテリー容量を検知するためのシステム及び方法

(57)【要約】
本発明の一実施例が、バッテリー検知システムを含む。このシステム（１０）は、バッテリー（１４）の温度（ＴＥＭＰ）を測定するように構成される温度センサ（１６）と、バッテリーの放電の深さ（ＤＯＤ）に関連するバッテリーの定常状態及び遷移挙動（２４、２６）に関連する所定のデータ（２０）をストアするように構成されるメモリ（１８）とを含む。このシステム（１０）は、バッテリー（１４）の電圧を測定するように、及び電圧、所定のデータ、及び温度に基づいてバッテリーの充電状態（ＳＯＣ）を計算するように構成されるコントローラ（１２）を更に含む。

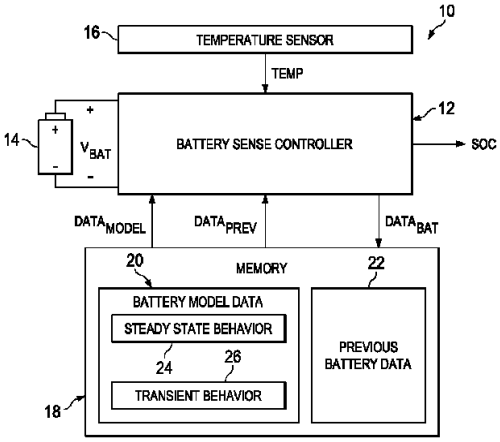

FIG. 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
バッテリー検知システムであって、
バッテリーの温度を測定するように構成される温度センサ、
前記バッテリーの放電の深さ（ＤＯＤ）に関連する前記バッテリーの定常状態挙動と遷移挙動とに関連付けられる所定のデータをストアするように構成されるメモリ、及び
前記バッテリーの電圧を測定するように、及び前記電圧、前記所定のデータ、及び前記温度に基づいて前記バッテリーの充電状態（ＳＯＣ）を計算するように構成されるコントローラ、
を含む、システム。
【請求項２】
請求項１に記載のシステムであって、前記コントローラが、複数のサンプリング時間の各々において前記電圧を測定し、且つ、前記ＳＯＣを計算するように構成され、前記バッテリーの定常状態挙動及び遷移挙動に関連付けられる所定のデータが、前記バッテリーの温度依存抵抗を含み、前記コントローラが、前記バッテリーの前記電圧及び前記温度依存抵抗に基づいて前記バッテリーにより生成される電流を推定するように構成され、及び更に、前のサンプリング時間における前記推定された電流に基づいて現在のサンプリング時間における前記バッテリーの前記ＳＯＣを計算するように構成される、システム。
【請求項３】
請求項１に記載のシステムであって、前記バッテリーの前記定常状態挙動及び遷移挙動に関連付けられる所定のデータが、定常状態回路部及び遷移回路部を含むダイナミックバッテリーモデルとして前記バッテリーをモデル化することに基づいて判定され、前記ダイナミックバッテリーモデルが少なくとも一つのＲＣネットワークを含む、システム。
【請求項４】
請求項３に記載のシステムであって、
前記少なくとも１つのＲＣネットワークが、
直列に結合される第１のレジスタ及び第１のキャパシタとして構成される前記定常状態回路部に関連付けられる第１のＲＣネットワーク、及び
前記遷移回路部に関連付けられる少なくとも一つの第２のＲＣネットワークであって、各々が並列に結合される第２のレジスタ及び第２のキャパシタとして構成される、前記少なくとも１つの第２のＲＣネットワーク、
を含む、システム。
【請求項５】
請求項４に記載のシステムであって、前記バッテリーの前記定常状態挙動及び遷移挙動に関連付けられる所定のデータが、全て前記バッテリーの複数のＤＯＤポイントの関数として、前記第１及び第２のキャパシタの静電容量値の比と、前記第１及び第２のレジスタの抵抗値の比と、前記第１のキャパシタの電圧に対する温度依存線形数式変数と、前記バッテリーの総抵抗に関連付けられる温度依存指数方程式変数とを含む、システム。
【請求項６】
請求項５に記載のシステムであって、前記コントローラが、前記バッテリーの前記温度の関数として、前記第１及び第２のレジスタの抵抗値の前記比と前記バッテリーの総抵抗に関連付けられる温度依存指数方程式変数とに基づいて前記ダイナミックバッテリーモデルの前記第１及び第２のレジスタの前記抵抗値を計算するように、及び前記バッテリーの前記温度の関数として、前記第１及び第２のキャパシタの静電容量値の前記比と前記第１のキャパシタの電圧に対する温度依存線形数式変数とに基づいて前記ダイナミックバッテリーモデルの前記第１及び第２のキャパシタの前記静電容量値を計算するように構成される、システム。
【請求項７】
請求項６に記載のシステムであって、前記コントローラが更に、前記バッテリーの経年劣化を把握するため前記メモリ内の前記バッテリーの前記温度の関数として、前記バッテ

リーの総抵抗に関連付けられる前記温度依存指数方程式変数を更新するように構成される、システム。

【請求項８】

請求項６に記載のシステムであって、前記コントローラが更に、前記ダイナミックバッテリーモデルの前記第１及び第２のレジスタの前記抵抗値と前記ダイナミックバッテリーモデルの前記第１及び第２のキャパシタの前記静電容量値とに基づいて、及び前のサンプリング時間における前記バッテリーを介する前記推定された電流に基づいて、現在のサンプリング時間において前記バッテリーにより生成される電流を推定するように構成される、システム。

【請求項９】

請求項８に記載のシステムであって、前記コントローラが更に、前記前のサンプリング時間における前記バッテリーの前記ＤＯＤの前記バッテリーの前記推定された電流に基づいて前記バッテリーの前記ＳＯＣを計算するように構成される、システム。

【請求項１０】

請求項３に記載のシステムであって、前記バッテリーの前記定常状態挙動及び遷移挙動に関連付けられる所定のデータの少なくとも一部が、所定の負荷を前記ダイナミックバッテリーモデルに適用すること、及び前記所定の負荷を介する電流の関数として、前記ダイナミックバッテリーモデルに関連付けられる電圧の変化を測定することに基づいて判定される、システム。

【請求項１１】

請求項１０に記載のシステムであって、前記バッテリーの前記定常状態挙動及び遷移挙動に関連付けられる前記所定のデータの少なくとも一部が、前記所定の負荷を取り除くと前記ダイナミックバッテリーモデルに関連付けられる電圧応答を測定することに基づいて判定される、システム。

【請求項１２】

バッテリーの充電状態（ＳＯＣ）を計算するための方法であって、前記方法が、

前記バッテリーの放電の深さ（ＤＯＤ）に関連する前記バッテリーの定常状態と遷移挙動とに関連付けられる所定のデータを判定するため定常状態回路部及び遷移回路部を含むダイナミックバッテリーモデルとして前記バッテリーをモデル化すること、

前記バッテリーの温度を判定すること、

前記バッテリーの電圧を測定すること、

メモリから前記所定のデータにアクセスすること、及び

前記電圧、前記所定のデータ、及び前記温度に基づいて、前記バッテリーの前記ＳＯＣを計算すること、

を含む、方法。

【請求項１３】

請求項１２に記載の方法であって、前記バッテリーをモデル化することが、

前記定常状態回路部を、直列に結合される第１のレジスタ及び第１のキャパシタとしてモデル化すること、

前記遷移回路部を、並列に結合される第２のレジスタ及び第２のキャパシタとしてモデル化すること、及び

前記バッテリーの前記ＤＯＤの関数として、前記第１及び第２のキャパシタ及び前記第１及び第２のレジスタの値を計算することであって、前記第１及び第２のキャパシタ及び前記第１及び第２のレジスタの前記値が、前記バッテリーの前記定常状態挙動と遷移挙動とに関連付けられる所定のデータの一部を形成すること、

を含む、方法。

【請求項１４】

請求項１３に記載の方法であって、前記バッテリーをモデル化することが、全て前記バッテリーの複数のＤＯＤポイントの関数として、前記第１及び第２のキャパシタの静電容量値の比、前記第１及び第２のレジスタの抵抗値の比、前記第１のキャパシタの電圧に対

する温度依存線形数式変数、及び前記バッテリーの総抵抗に関連付けられる温度依存指数方程式変数として、前記バッテリーの前記定常状態挙動及び遷移挙動に関連付けられる所定のデータを生成することを更に含む、方法。

【請求項１５】

請求項１４に記載の方法であって、前記ＳＯＣを計算することが、

前記バッテリーの前記温度の関数として、前記第１及び第２のレジスタの抵抗値の前記比と前記バッテリーの総抵抗に関連付けられる前記温度依存指数方程式変数とに基づいて、前記ダイナミックバッテリーモデルの前記第１及び第２のレジスタの前記抵抗値を計算すること、及び

前記バッテリーの前記温度の関数として、前記第１及び第２のキャパシタの静電容量値前記比と前記第１のキャパシタの前記電圧に対する前記温度依存線形数式変数とに基づいて、前記ダイナミックバッテリーモデルの前記第１及び第２のキャパシタの前記静電容量値を計算すること、

を含む、方法。

【請求項１６】

請求項１５に記載の方法であって、前記ＳＯＣを計算することが、

前記ダイナミックバッテリーモデルの前記第１及び第２のレジスタの前記抵抗値と前記ダイナミックバッテリーモデルの前記第１及び第２のキャパシタの前記静電容量値とに基づいて、及び前のサンプリング時間における前記バッテリーを介する前記推定された電流に基づいて、現在のサンプリング時間における前記バッテリーにより生成される電流を推定すること、及び

前記バッテリーにより生成される前記推定された電流と前記前のサンプリング時間における前記バッテリーの前記ＤＯＤとに基づいて、前記バッテリーの前記ＳＯＣを計算すること、

を更に含む、方法。

【請求項１７】

バッテリー検知システムであって、

バッテリーの温度を測定するように構成される温度センサ、

前記バッテリーの放電の深さ（ＤＯＤ）に関連する前記バッテリーの定常状態挙動及び遷移挙動に関連付けられる所定のデータをストアするように構成されるメモリ、及び

複数のサンプリングインタバルの各々で前記バッテリーの電圧のサンプルを得るように、前記サンプリングインタバル、前記所定のデータ、及び前記温度のそれぞれ一つにおける前記電圧に基づいて所定のサンプリングインタバルで前記バッテリーにより生成される対応する電流を推定するため、及び前記サンプリングインタバルのそれぞれにおける前記バッテリーを介する前記推定された電流に基づいて、及び直前のサンプリングインタバルにおける前記バッテリーの前記ＤＯＤに基づいて、前記バッテリーの充電状態（ＳＯＣ）を計算するように構成されるコントローラ、

を含む、システム。

【請求項１８】

請求項１７に記載のシステムであって、前記バッテリーの前記定常状態挙動と遷移挙動に関連付けられる前記所定のデータが、定常状態回路部及び遷移回路部を含むダイナミックバッテリーモデルとして前記バッテリーをモデル化することに基づいて判定され、前記静的及び遷移回路部の各々が少なくとも一つのＲＣネットワークを含む、システム。

【請求項１９】

請求項１８に記載のシステムであって、前記バッテリーの前記定常状態挙動及び遷移挙動に関連付けられる前記所定のデータの少なくとも一部が、前記ダイナミックバッテリーモデルに所定の負荷を適用すること、及び前記所定の負荷を介する電流の関数として前記ダイナミックバッテリーモデルに関連付けられる電圧の変化を測定することに基づいて判定される、システム。

【請求項２０】

請求項１９に記載のシステムであって、前記バッテリーの前記定常状態挙動及び遷移挙動に関連付けられる前記所定のデータの少なくとも一部が、前記所定の負荷を取り除くと前記ダイナミックバッテリーモデルに関連する電圧応答を測定することに基づいて判定される、システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、概して電子回路に関し、更に特定していえば、バッテリー容量を検知するためのシステム及び方法に関連する。

【背景技術】

【０００２】

携帯型電子デバイスは、化学反応に基づいて電圧を生成するバッテリーにより電力供給される。バッテリーが電力を携帯型電子デバイスに供給するにつれて、その電力を供給するバッテリーの容量は減少してくる。幾つかの携帯型電子デバイスでは、その携帯型電子デバイスのユーザーに残存バッテリー容量の通知が提供されるように、残存バッテリー容量の表示を提供する。しかし、このようなバッテリー検知システムは、たいてい不正確であり得、且つ／又は、高価であり得、かさばり得、及び／又は電力引き出しに関し非効率であり得る、付加的な回路構成要素を含み得る。

【発明の概要】

【０００３】

本発明の一実施例がバッテリー検知システムを含む。このシステムは、バッテリーの温度を測定するように構成される温度センサ、及びバッテリーの放電の深さ（ＤＯＤ）に関連するバッテリーの定常状態挙動と遷移挙動とに関連付けられる所定のデータをストアするように構成されるメモリを含む。このシステムは、バッテリーの電圧を測定するように、及びこの電圧、前記所定のデータ、及び前記温度に基づいてバッテリーの充電状態（ＳＯＣ）を計算するように構成されるコントローラを更に含む。

【０００４】

本発明の別の実施例は、バッテリーのＳＯＣを計算するための方法である。この方法は、バッテリーのＤＯＤに関連するバッテリーの定常状態挙動と遷移挙動とに関連付けられる所定のデータを判定するため、定常状態回路部と遷移回路部を含むダイナミックバッテリーモデルとしてバッテリーをモデル化することを含む。この方法は、バッテリーの温度を判定すること、バッテリーの電圧を測定すること、及びメモリから前記所定のデータにアクセスすることを更に含む。この方法は、この電圧、前記所定のデータ、及び前記温度に基づいてバッテリーのＳＯＣを計算することを更に含む。

【０００５】

本発明の更に別の実施例がバッテリー検知システムを含む。このシステムは、バッテリーの温度を測定するように構成される温度センサ、及びバッテリーのＤＯＤに関連するバッテリーの定常状態挙動と遷移挙動とに関連付けられる所定のデータをストアするように構成されるメモリを含む。このシステムは、複数のサンプリングインタバルのそれぞれにおける電圧、前記所定のデータ、及び前記温度に基づいて、所定のサンプリングインタバルにおいてバッテリーにより生成される対応する電流を推定するため、複数のサンプリングインタバルの各々でバッテリーの電圧のサンプルを得るように構成されるコントローラを更に含む。コントローラは更に、複数のサンプリングインタバルのそれぞれにおいてバッテリーを介する電流に基づいて、及び直前のサンプリングインタバルにおけるバッテリーのＤＯＤに基づいて、バッテリーのＳＯＣを計算するように構成される。

【図面の簡単な説明】

【０００６】

【図１】図１は、本発明の１つの側面に従ったバッテリー検知システムの一例を図示する。

【０００７】

【図２】図２は、本発明の１つの側面に従ったダイナミックバッテリーモデルの一例を図示する。
【０００８】
【図３】図３は、本発明の１つの側面に従った電圧対時間のグラフの一例を図示する。
【０００９】
【図４】図４は、本発明の１つの側面に従ったダイナミックバッテリーモデルデータの表の一例を図示する。
【００１０】
【図５】図５は、本発明の１つの側面に従ってバッテリーの充電状態（ＳＯＣ）を計算するための方法の一例を図示する。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
本発明は、概して電子回路に関し、更に具体的には、バッテリー容量を検知するためのシステム及び方法に関連する。バッテリー検知システムが、バッテリーの温度を測定する温度センサを含み得る。この温度はバッテリー検知コントローラに供給され、バッテリー検知コントローラは、バッテリーの電圧を測定するように、及び電圧、温度に基づいて、及びバッテリーの定常状態挙動と遷移挙動とに関連付けられる所定のデータに基づいて、バッテリーの充電状態（ＳＯＣ）を計算するように構成される。所定のデータはメモリにストアされ得、これは、バッテリーのＳＯＣも複数のサンプリングインタバルの各々において同様に判定され得るように、複数のサンプリングインタバルの各々でバッテリー検知コントローラによりアクセスされ得る。
【００１２】
本明細書に記載するように、バッテリーのＳＯＣは、そのバッテリーに利用可能な電荷がどの程度残っているかを示すために時折用いられる。バッテリーの放電の深さ（ＤＯＤ）は、そのバッテリーがどのくらい放電されたかを指し得、そのバッテリーの最大総ゼロ電流電荷Q_{MAX}で除された、現在残っている集積電荷Ｑと定義することができる。バッテリーのＤＯＤは、式ＤＯＤ＋ＳＯＣ＝１によりＳＯＣに関連し、通常、そのバッテリーにより電力供給されるデバイスの残存実行時間の演算を得るために用いられる。従って、本明細書に記載するように、ＳＯＣ及びＤＯＤは概して、１に対しＳＯＣ及びＤＯＤ間で逆比例の関係に基づいて相互交換可能な方式で、記載され得る。
【００１３】
所定のデータは、オフラインで生成され得、バッテリーの製造前などに、バッテリーをダイナミックバッテリーモデルとしてモデル化すること、及び対応するテストバッテリーに対し一連のテストを実行することに基づいて、検知されているバッテリーの特定のバッテリー化学成分に対応し得る。一例として、ダイナミックバッテリーモデルは、各々少なくとも一つのＲＣネットワークを含む、定常状態回路部及び遷移回路部を含むように構成され得る。例えば、定常状態回路部のＲＣネットワークが、直列接続されるレジスタ及びキャパシタを含み得、遷移回路部のＲＣネットワークが、並列接続のレジスタ及びキャパシタを含み得る。それぞれの静的及び遷移回路部の各々におけるレジスタ及びキャパシタの値は、対応するテストバッテリーに所定の負荷を適用すること、応答電流に関連する電圧の変化を判定すること、及び電圧応答を判定するため負荷を取り除くことにより判定され得る。また、バッテリーの抵抗の値及びダイナミックバッテリーモデルの定常状態回路部の電圧は温度依存であり得、そのため、テストバッテリーに対して同様に判定され得、所定のデータに含まれ得る。
【００１４】
バッテリー検知コントローラはその後、バッテリーのＳＯＣを判定するため、電圧、所定のデータ、及びバッテリーの温度に基づいて一連の計算を実行することができる。具体的には、バッテリー検知コントローラは、それぞれのサンプリングインタバルにおける電圧及び前のサンプリング期間のＤＯＤに基づいて、複数のサンプリングインタバルの各々におけるバッテリーの電流を反復的に計算することができる。この電流はその後、バッテ

リーの現在のＳＯＣを計算するために用いられ得る。従って、バッテリー検知コントローラは、前の計算及び電圧及び温度の両方の電流測定に基づいて、バッテリーのＳＯＣに対し新しい値を計算し続けることができる。

【００１５】

図１は、本発明の１つの側面に従ったバッテリー検知システム１０の一例を図示する。バッテリー検知システム１０は、ラップトップコンピュータ、カメラ、又はワイヤレス通信デバイスなど、種々の携帯型電子デバイスのうち任意のものの一部として含まれ得る。バッテリー検知システム１０のバッテリー検知コントローラ１２は、関連する携帯型電子デバイスのオペレーションの間バッテリー１４の充電状態（ＳＯＣ）を判定するように構成される。具体的には、バッテリー検知コントローラ１２は、電圧V_{BAT}、バッテリー１４の温度、バッテリー１４の放電の深さ（ＤＯＤ）に関連するバッテリー１４の定常状態挙動と遷移挙動とに関連付けられる所定のデータに基づいて、複数のサンプリング期間の各々におけるバッテリー１４のＳＯＣを提供するため、複数のサンプリング期間の各々でバッテリー１４の電圧V_{BAT}を継続的にサンプリングするように構成され得る。図１の例において、バッテリー１４は単一のバッテリーとして示される。しかし、バッテリー１４は、電圧V_{BAT}が全てのバッテリーの総電圧を表し得るように、直列に電気的に接続された複数のバッテリーを表すことができることを理解されたい。従って、バッテリー検知コントローラ１２により計算されたＳＯＣは、複数のバッテリーの平均ＳＯＣであり得る。

【００１６】

バッテリー検知システム１０は、温度信号ＴＥＭＰをバッテリー検知コントローラ１２に提供するように構成される温度センサ１６を含む。温度信号ＴＥＭＰは、バッテリー１４に直接的に結合される外部センサに基づくなど、バッテリー１４の実際の温度に関連付けられる信号であり得、又はバッテリーを囲むエリアの周囲温度の測定値であり得る。一例として、温度信号ＴＥＭＰは、温度センサ１６の一部であり得るアナログデジタルコンバータ（ＡＤＣ）によって提供されるなどの、デジタル信号であり得る。バッテリー検知システム１０は、バッテリーモデルデータ２０及び前のバッテリーデータ２２をストアするように構成されるメモリ１８を更に含む。バッテリーモデルデータ２０は、バッテリー１４の定常状態挙動パラメータに対応する定常状態挙動データ２４、及びバッテリー１４の遷移挙動パラメータに対応する遷移挙動データ２６を含む。これ以降により詳細に説明するように、定常状態挙動データ２４及び遷移挙動データ２６は、バッテリー１４のＤＯＤに依存する値を有するダイナミックバッテリーモデルに関するデータを含み得る。

【００１７】

バッテリーモデルデータ２０は、バッテリー１４と実質的に同じ化学成分を有するテストバッテリー（図示せず）に対してテストを行うことにより、バッテリー１４の製造前になど、オフラインで生成され得る。所定のバッテリーの特性は概して、ＤＯＤへの依存として、特定の化学成分を有する全てのバッテリーに適用可能である。同じデータベースを同じ化学成分（例えば、リチウムイオン）の全てのバッテリーに用いることができるように、例えば、４つの異なる製造者からの、各々同じ化学成分を有する、４つの異なるバッテリーに対するＤＯＤに関連する所定のバッテリーの開回路電圧V_{OC}の比較が、バッテリーの各々の開回路電圧V_{OC}が約５ミリボルトを超えて異ならないことを示す。そのため、バッテリーモデルデータ２０は、バッテリーモデルデータ２０がバッテリー１４のＳＯＣの正確な計算を提供するように実装され得るように、バッテリー１４と実質的に同じ化学成分のバッテリーに関連付けられるデータに対応し得る。従って、バッテリー検知コントローラ１２は、バッテリー１４のＳＯＣを計算するため、メモリ１８から信号$DATA_{MODEL}$を介して提供される、バッテリーモデルデータ２０を実装することができる。

【００１８】

前のバッテリーデータ２２は、バッテリー１４に関するデータの、前の計算に対応するデータのセットである。一例として、前のバッテリーデータ２２は、バッテリー１４の予

め計算されたＤＯＤ、予め測定された電圧V_{BAT}、及び予め推定されたバッテリー電流を含み得る。図１の例において、バッテリー検知コントローラ１２がバッテリー１４のＤＯＤを計算すると、バッテリー検知コントローラ１２は、そのＤＯＤ及び計算に必要とされる付加的なデータを、前のバッテリーデータ２２としてストアされるべき信号$DATA_{BAT}$として、メモリ１８に提供することができる。そのため、バッテリー検知コントローラ１２がバッテリー１４の次のＤＯＤ値を計算すると、バッテリー検知コントローラ１２は、バッテリー１４のＳＯＣを計算するため前のバッテリーデータ２０を実装するため、メモリ１８から提供される、信号$DATA_{PREV}$を介して前のバッテリーデータ２２を受け取ることができる。従って、これ以降により詳細に説明するように、バッテリー検知コントローラ１２は、電圧V_{BAT}、温度信号ＴＥＭＰで示されるバッテリー１４の温度、信号$DATA_{BAT}$で示されるバッテリーモデルデータ２０、及び信号$DATA_{PREV}$で示される前のバッテリーデータ２２に基づいて、バッテリー１４の電流ＳＯＣを計算することができる。

【００１９】

上述のように、バッテリーモデルデータ２０は、バッテリー１４をダイナミックバッテリーモデルとしてモデル化することに基づいてバッテリー１４に対して生成され得る。図２は、本発明の１つの側面に従ったダイナミックバッテリーモデル５０の一例を図示する。ダイナミックバッテリーモデル５０は、図１の例においてバッテリー１４に対応し得る。従って、図２の例の下記の詳細な説明において図１の例を参照する。

【００２０】

ダイナミックバッテリーモデル５０は、各々ＲＣネットワークとして構成される、定常状態回路部５２及び遷移回路部５４を含む。具体的には、定常状態回路部５２は、直列に配されるレジスタR_{SER}及びキャパシタC_{SER}を含み、遷移回路部５４は、並列に配されるレジスタR_{PAR}及びキャパシタC_{PAR}を含む。図２の例は、遷移回路部５４に対し単一の並列結合のＲＣネットワークを示すが、遷移回路部５４は、バッテリー１４の遷移特性を集合的にモデル化する、互いに直列に接続されるなどの、多数の並列結合のＲＣネットワークを含み得ることを理解されたい。キャパシタC_{SER}は、ダイナミックバッテリーモデルの電源に対応し、そのため、それを介する関連する開回路電圧V_{OC}を有するものとしてモデル化される。開回路電圧V_{OC}はそのため、ダイナミックバッテリーモデル５０の瞬時定常状態電圧に対応する。集合的に、レジスタR_{SER}及び遷移回路部５４は、抵抗R_{BAT}を有するダイナミックバッテリーモデル５０に対するノード５６と５８との間のバッテリーインピーダンスを構成する。ダイナミックバッテリーモデル５０は更に、所定のサンプル時間でのダイナミックバッテリーモデル５０の電圧及び電流の瞬時的大きさに対応するサンプル電圧Ｖ（ｔ）及び関連するサンプル電流Ｉ（ｔ）を有する。

【００２１】

ダイナミックバッテリーモデル５０は、図１の例においてバッテリーモデルデータ２０に含まれるなど、バッテリー１４の定常状態挙動及び遷移挙動に関連付けられる所定のデータの表を構築するために用いることができる。一例として、バッテリー１４の特定の化学成分に対しテストする間、所定の負荷（図示せず）が、テストバッテリーの寿命にわたってテストバッテリー電圧応答を測定するため対応するテストバッテリーに周期的に結合及び結合解除され得る。従って、バッテリー１４の動作特性が、バッテリー１４の所定のＤＯＤ値で得ることができる。そのため、テストの間バッテリー１４の動作特性は、バッテリー１４の所定のＤＯＤ値の各々における開回路電圧V_{OC}、静電容量C_{SER}、抵抗R_{SER}、静電容量C_{PAR}、及び抵抗R_{PAR}に対する値を判定するように実装され得る。このような値は、そのため、バッテリー１４のＤＯＤの関数としてバッテリーモデルデータ２０を構築するために用いられ得る。

【００２２】

図３は、本発明の１つの側面に従った電圧対時間のグラフ１００の一例を図示する。グラフ１００は、図２の例においてダイナミックバッテリーモデル５０に関連付けられるテ

ストバッテリーの電圧応答を示すことができ、そのため、バッテリー１４の所定のＤＯＤ値の各々における開回路電圧V_{OC}、静電容量C_{SER}、抵抗R_{SER}、静電容量C_{PAR}、及び抵抗R_{PAR}に対する値を把握するように実装され得る。そのため、図３の以下の例において図１及び２の例を参照する。

【００２３】

グラフ１００は、時間の関数としてプロットされるダイナミックバッテリーモデル５０の電圧Ｖ（ｔ）を示す。テストバッテリーに対してテストを実行する際、所定の負荷が、テストバッテリーの特定のＤＯＤインタバルにおいてテストバッテリーに適用され得及びそれから取り除かれ得る。そのため、テストバッテリーの電圧応答は、ＤＯＤインタバルの各々における開回路電圧V_{OC}、静電容量C_{SER}、抵抗R_{SER}、静電容量C_{PAR}、及び抵抗R_{PAR}に対する値を把握するために監視され得る。具体的には、電圧Ｖ（ｔ）が実施的に一定のままである値V_0を有するように、時間T_0で、テストバッテリーに印加される負荷はない。

【００２４】

時間T_0に続く時間T_1で、既知の電流Ｉ（ｔ）がテストバッテリーから流れるように、所定の負荷がテストバッテリーに印加される。応答において、電圧Ｖ（ｔ）は、時間T_1における大きさV_0から、所定の負荷がテストバッテリーから取り除かれる時間T_2の大きさV_1まで低減し始める。グラフ１００の時間T_1とT_2の間の時間の領域はそのため、電圧Ｖ（ｔ）の高周波数領域１０２を定義することができ、これは、高周波数領域１０２の所定のＤＯＤインタバルＸの間テストバッテリーのパラメータを識別することができる。一例として、レジスタR_{SER}の値は、下記のように、電流Ｉ（ｔ）の変化に関連する電圧Ｖ（ｔ）の変化に基づいて確認され得る。

$R_{SER}(X) = dV(t)/dI(t)$　（式１）

そのため、レジスタR_{PAR}の値は下記のように確定され得る。

$R_{PAR}(X) = R_{BAT}(X) - R_{SER}(X)$　（式２）

また、所定のＤＯＤインタバルに対し、キャパシタC_{SER}の開回路電圧V_{OC}は電圧Ｖ（ｔ）に基づいて判定され得、下記のようになる。

$V_{OC}(X) = V(t) - V_{RC}(X) = I(t) \times R_{BAT}(X)$　（式３）

ここで、V_{RC}は抵抗R_{BAT}の電圧である。従って、所定のＤＯＤインタバルの高周波数領域１０２は、所定のＤＯＤインタバルＸのR_{SER}、R_{PAR}、及びV_{OC}の値を判定するように実装され得る。

【００２５】

時間T_2の後、所定の負荷がテストバッテリーから取り除かれると、電圧Ｖ（ｔ）はリラックスし、そのため、図３の例においてV_1の大きさからV_2の大きさまで増加する。そのため、時間T_2はリラクゼーション領域１０４を定義する。そのため、V_1からリラクゼーション領域１０４におけるV_2までの電圧Ｖ（ｔ）の大きさの増加は、ダイナミックバッテリーモデル５０の付加的なパラメータを判定するために分析され得る。具体的には、時間ｔの関数として電圧Ｖ（ｔ）の増加は、下記のように、ＤＯＤインタバルＸの静電容量C_{PAR}の大きさを判定することができる。

$C_{PAR}(X) = dV(t)/dt$　（式４）

【００２６】

ＤＯＤインタバルの各々における開回路電圧V_{OC}、抵抗R_{SER}、静電容量C_{PAR}、及び抵抗R_{PAR}に対する値が把握されると、静電容量C_{SER}に対する値は、テストバッテリーがテストされるＤＯＤインタバルの数に基づいて判定され得る。具体的には、ＤＯＤインタバルＸでは、静電容量C_{SER}に対する値は下記のように判定され得る。

$C_{SER}(X) = \{Q_{MAX}/(Y-1)\} \times (V_{OC}(X) - V_{OC}(X-1))$（式５）

ここで、Q_{MAX}はテストバッテリーの最大総ゼロ電流電荷である。従って、ダイナミックバッテリーモデル５０の回路パラメータは、ＤＯＤインタバルＹの各々に対し充分にモデル化され得る。

【００２７】
バッテリー１４の所定のＤＯＤ値の各々での開回路電圧V_{OC}、静電容量C_{SER}、抵抗R_{SER}、静電容量C_{PAR}、及び抵抗R_{PAR}のための値を把握するための初期実験は、所定の「室」温で行われ得る。そのため、ダイナミックバッテリーモデル５０の抵抗及び電圧両方の温度依存性に基づいて、ダイナミックバッテリーモデル５０に基づいてバッテリーモデルデータ２０を構築する際にテストバッテリーを用いてこの実験は更に、温度構成要素を組み込むこともできる。具体的には、温度は、レジスタR_{SER}及びR_{BAT}及びキャパシタC_{SER}及びC_{PAR}に実質的に等しく影響を与え得るため、レジスタR_{SER}及びR_{BAT}及びキャパシタC_{SER}及びC_{PAR}の大きさの比は、バッテリーモデルデータ２０の一部として開発され得、組み込まれ得る。具体的には、各ＤＯＤインタバルＸでの比は、下記のように定義することができる。

$RATIO_1(X) = R_{SER}(X) / R_{PAR}(X)$　（式６）

及び

$RATIO_2(X) = C_{SER}(X) / C_{PAR}(X)$　（式７）

【００２８】
また、テストバッテリーに対する温度実験に基づいて、温度に基づいて開回路電圧V_{OC}及びバッテリー抵抗R_{BAT}を計算するためのファクターのセットが判定され得る。具体的には、ＤＯＤ依存変数のセットは、下記数式に基づいて開回路電圧V_{OC}及びバッテリー抵抗R_{BAT}の温度依存計算を可能にし得る。

$V_{OC}(X) = OCV_A(X) + OCV_B(X) \times T$　（式８）

$R_{BAT}(X) = R_A(X)^{(R-B(X)\times(10\times T-250))}$　（式９）

ここで、Ｔは温度であり、ＯＣＶ＿Ａは開回路電圧V_{OC}に対するインターセプト変数であり、ＯＣＶ＿Ｂは開回路電圧V_{OC}に対するスロープ係数であり、Ｒ＿Ａはバッテリー抵抗R_{BAT}に対するベース変数であり、Ｒ＿Ｂはバッテリー抵抗R_{BAT}に対する指数係数である。

【００２９】
そのため、バッテリーモデルデータ２０は、Ｙ　ＤＯＤ値の各々に対するインターセプト変数ＯＣＶ＿Ａ、スロープ係数ＯＣＶ＿Ｂ、ベース変数Ｒ＿Ａ、及び指数係数Ｒ＿Ｂのための値を含み得る。ベース変数Ｒ＿Ａは、測定された電圧V_{BAT}、開回路電圧V_{OC}、及び推定された電流I_{EST}（これ以降に更に詳細に説明するように）関連付けられる情報の比較に基づくなど、バッテリー経年劣化を把握するように、バッテリー検知コントローラ１２がベース変数Ｒ＿Ａの値を（例えば、信号$DATA_{BAT}$を介して）更新し得るように、動的な値を有し得る。また、抵抗に対する温度の異なる影響に基づいて、指数係数Ｒ＿Ｂは、温度の異なる範囲に基づいてＤＯＤ値の各々における複数の値を含み得る。一例として、所定のＤＯＤ値Ｘで、バッテリーモデルデータ２０は、或る閾値（例えば、２５℃）を下回る温度に対する指数係数R_B_{LOW}及び閾値を上回る温度に対する別個の指数係数R_B_{HIGH}を含み得る。

【００３０】
図４は、本発明の１つの側面に従ったダイナミックバッテリーモデルデータの表１５０の一例を図示する。ダイナミックバッテリーモデルデータは、図１の例におけるバッテリーモデルデータ２０に対応し得、図２及び図３の例に関連して上述した手法に基づいて生成され得る。従って、図４の下記の例において図１～図３の例を参照する。

【００３１】
表１５０は、バッテリーモデルデータ２０の所定のセットがテストバッテリー及びダイナミックバッテリーモデル５０から把握されるＤＯＤ値のセットを示す第１のコラム１５２を含む。図４の例において、第１のコラム１５２は、バッテリー１４のＤＯＤに対し１５個の異なる値を含む。しかし、図４の例においてＤＯＤのこれらの値は一例として示されること、及び表１５０はバッテリーモデルデータ２０が得られた任意の数のＤＯＤ値を含み得ることを理解されたい。表１５０は、インターセプト変数ＯＣＶ＿Ａを示す第２の

コラム１５４、スロープ係数ＯＣＶ＿Ｂを示す第３のコラム１５６、及びベース変数Ｒ＿Ａを示す第４のコラム１５８を更に含む。表１５０は更に、指数係数Ｒ＿Ｂを示す第５のコラム１６０、$RATIO_1$を示す第６のコラム１６２、及び$RATIO_2$を示す第７のコラムを含む。従って、バッテリーモデルデータ２０は、バッテリー１４のバッテリー１４のＳＯＣを判定するため定常状態挙動及び遷移挙動の実質的に完全な特徴を含み得る。

【００３２】

再び図１の例を参照すると、所定のサンプリング時間（ｋ）に、バッテリー検知コントローラ１２はそのため、バッテリー１４のＳＯＣを計算することができる。バッテリー検知コントローラ１２はまず、温度信号ＴＥＭＰを介してバッテリー１４の電圧V_{BAT}（ｋ）及び温度Ｔを測定することができ、バッテリー１４の電流I_{EST}（ｋ）を推定することができる。電流I_{EST}（ｋ）を推定するため、バッテリー検知コントローラ１２は、前のサンプリング時間（ｋ－１）において得られた及び計算されたＤＯＤ、推定された電流I_{EST}、及びバッテリー電圧V_{BAT}を得るため、信号$DATA_{PREV}$を介して、前のバッテリーデータ２２に対しメモリ１８にアクセスできる。ＤＯＤ（ｋ－１）の値に基づいて、バッテリー検知コントローラ１２は、信号$DATA_{MODEL}$を介してバッテリーモデルデータ２０を得るためメモリ１８にアクセスできる。具体的には、バッテリー検知コントローラ１２は、ＤＯＤ（ｋ－１）より直に大きい及びＤＯＤ（ｋ－１）より直に小さい、２つの既知のＤＯＤ値に対応して表１５０からパラメータにアクセスできる。従って、バッテリー検知コントローラ１２は、その間にＤＯＤ（ｋ－１）がある、ＤＯＤ（Ｘ）及びＤＯＤ（Ｘ＋１）の各々における値の線形補間に基づいて、インターセプト変数ＯＣＶ＿Ａ、スロープ係数ＯＣＶ＿Ｂ、ベース変数Ｒ＿Ａ、指数係数Ｒ＿Ｂ、$RATIO_1$、及び$RATIO_2$に対する値を判定することができる。充分に充電されたバッテリー１４（即ち、ＳＯＣ＝１）後の第１のサンプリング時間（ｋ）では、前のサンプリング時間（ｋ－１）のデータは、ＤＯＤの第１の値（即ち、ＤＯＤ＝０．０００）のバッテリーモデルデータ２０に対応し得ることを理解されたい。

【００３３】

ＤＯＤ（ｋ－１）でのバッテリーモデルデータ２０に対する値を得ると、バッテリー検知コントローラ１２は、温度Ｔに基づいてバッテリー１４のモデル化された抵抗R_{SER}及びR_{PAR}に対する実際の値を得るために上記式６及び９を実行し得る。具体的には、式９を用いて、バッテリー検知コントローラ１２は、バッテリーの総抵抗R_{BAT}を 温度に対し調節されたものとして計算することができる。その後、温度調節された抵抗値バッテリーのR_{BAT}を用いて、バッテリー検知コントローラ１２は、下記のように数式６を実装し得る。

$R_{BAT}=R_{SER}+R_{PAR}=R_{PAR}+R_{PAR}\times RATIO_1$　（式１０）

従って、バッテリー検知コントローラ１２は、下記のように、バッテリー１４のモデル化された抵抗R_{SER}及びR_{PAR}を計算することができる。

$R_{PAR}=R_{BAT}/(1+RATIO_1))$　（式１１）

及び

$R_{SER}=R_{BAT}-R_{PAR}$　（式１２）

【００３４】

上述のように、バッテリー検知コントローラ１２は、それぞれ、式３及び５に基づいて、各ＤＯＤ値Ｘに対して開回路電圧V_{OC}及び静電容量 C_{SER}に対する値を得ることができる。そのため、バッテリー検知コントローラ１２は、その間にＤＯＤ（ｋ－１）がある、ＤＯＤ（Ｘ）及びＤＯＤ（Ｘ＋１）の各々における値の線形補間に基づいて開回路電圧V_{OC}及び静電容量C_{SER}の値を同様に判定することができる。バッテリー検知コントローラ１２はその後、下記のように、静電容量C_{PAR}の値を計算することができる。

$C_{PAR}=C_{SER}/RATIO_2$　（式１３）

【００３５】

バッテリー検知コントローラ１２はその後、電流I_{EST}（ｋ）推定するために、抵抗

R_{SER}及びR_{PAR}、静電容量C_{PAR}、及び開回路電圧V_{OC}に対し計算された値を用いることができる。具体的には、バッテリー検知コントローラ１２は、抵抗R_{SER}及びR_{PAR}及び静電容量C_{PAR}に対し計算された値を、電流I_{EST}（ｋ）を推定するため係数のセットを計算するため用いることができる。係数は、下記のように定義することができる。

$P_0 = 1 / R_{SER}$　（式１４）

【数１】

$$P_1 = -e^{\frac{-Ts}{(R_{PAR} \cdot C_{PAR})}} \quad \text{（式１５）}$$

$$P_2 = e^{\frac{-Ts}{(R_{PAR} \cdot R_{SER})}} - R_{PAR} * \frac{\left(1 - e^{\frac{-Ts}{(R_{PAR} \cdot C_{PAR})}}\right)}{R_{PAR}} \quad \text{（式１６）}$$

ここで、Ｔｓはサンプリング時間である。係数P_0、P_1、及びP_2は、上述のように、各サンプル（ｋ）で計算され得、又は上述と同様に所定のサンプリング時間（ｋ）における係数P_0、P_1、及びP_2の値が線形的に補間され得るように各所定のＤＯＤ（Ｘ）におけるテストの間計算され得ることを理解されたい。

【００３６】

バッテリー検知コントローラ１２はその後、下記のように、所定のサンプル（ｋ）に対する開回路電圧V_{OC}に基づいて、レジスタR_{SER}及び遷移回路部５４の電圧V_{RC}を計算することができる。

$V_{RC}(k) = V_{BAT}(k) - V_{OC}(k)$　（式１７）

開回路電圧V_{OC}（ｋ）を得るため、バッテリー検知コントローラは、下記のように、前のバッテリーデータ２２にストアされた予め計算された開回路電圧V_{OC}（ｋ－１）及び予め推定された電流I_{EST}（ｋ－１）の値を実装し得る。

$V_{OC}(k) = I_{EST}(k-1) \times Ts \times C_{SER}(k) + V_{OC}(k-1)$　（式１８）

開回路電圧V_{OC}（ｋ）は更に、上述の数式８を用いて温度に対し調節され得る。従って、バッテリー検知コントローラ１２は、下記のように、バッテリー１４により生成される電流I_{EST}（ｋ）を推定することができる。

$I_{EST}(k) = P_0 \times V_{RC}(k) + P_1 \times V_{RC}(k-1) + P_2 \times I_{EST}(k-1)$　（式１９）

【００３７】

バッテリー１４により生成される電流I_{EST}（ｋ）を推定すると、バッテリー検知コントローラ１２は更に、サンプル時間（ｋ）にバッテリー１４のＳＯＣを計算することもできる。具体的には、バッテリー検知コントローラ１２は、下記のように、ＤＯＤの前の値（ｋ－１）及び予め推定された電流I_{EST}（ｋ－１）、を実装することができる。

$DOD(k) = DOD(k-1) - I_{EST}(k-1) \times Ts / Q_{MAX}$　（式２０）

$SOC(k) = 1 - DOD(k)$　（式２１）

ＳＯＣ（ｋ）はその後、インジケータ（図示せず）に提供され得、インジケータは、関連する携帯型電子デバイスのユーザーにバッテリー１４のＳＯＣ表示を提供する。ＤＯＤ（ｋ）、開回路電圧V_{OC}（ｋ）、及び推定された電流I_{EST}（ｋ－１）の値がその後、バッテリー検知コントローラ１２が将来のサンプリング時間（ｋ＋１）にバッテリーのＳＯＣを再帰的に計算できるように、前のバッテリーデータ２２としてストアされるべき信号$DATA_{BAT}$を介してメモリ１８に提供され得る。また、抵抗ベース変数Ｒ＿Ａは、

バッテリー１４が経年変化するにつれてバッテリー抵抗R_{BAT}の変化を把握するようにメモリ１８において更新され得る。

【００３８】

従って、バッテリー１４のＳＯＣは、バッテリー１４の電圧V_{BAT}及び温度Ｔに基づいて正確に計算され得る。このような方式のバッテリー検知はそのため、典型的な電圧相関バッテリー検知方法より正確となる。というのは、本明細書に記載のバッテリー検知は、電流が負荷を介して流れる一方で、電圧V_{BAT}に対するＩＲドロップ効果を把握するためである。また、本明細書に記載のバッテリー検知の方式は、本明細書に記載のバッテリー検知がバッテリー１４のＳＯＣを計算する付加的な電流センサを必要としないため、典型的なクーロンカウンティングバッテリー検知方法よりもコスト効率がよく効率的である。従って、本明細書に記載のバッテリー検知手法は、典型的なバッテリー検知手法より正確で、コスト効率的がよく、効率的でもある。

【００３９】

上述の構造的及び機能的特徴を考慮すると、図５を参照すれば本発明の種々の側面に従った手法がより一層よく理解できるであろう。説明を簡潔にするため、図５の手法は連続的に実行するように示され及び説明されているが、本発明は、図示された順に限定されることはなく、幾つかの側面は、本発明に従って、異なる順で及び／又は本明細書に図示及び記載したものとは他の側面と同時に生じ得ることを理解及び認識されたい。また、本発明の１つの側面に従って或る方法を実行するために図示した全ての特徴が必要とされるわけではない。

【００４０】

図５は、本発明の１つの側面に従ってバッテリーの充電状態（ＳＯＣ）を計算するための方法２００の一例を図示する。２０２において、バッテリーは、バッテリーのＤＯＤに関連するバッテリーの定常状態挙動と遷移挙動とに関連付けられる所定のデータを判定するため、定常状態回路部及び遷移回路部を含むダイナミックバッテリーモデルとしてモデル化される。バッテリーのモデル化は、ダイナミックバッテリーモデルの所定の数のＤＯＤ値の各々に対し、レジスタ及びキャパシタのための判定値だけでなく、バッテリーの電圧及び抵抗に関連付けられる温度依存変数を含み得る。ダイナミックバッテリーモデル及び関連するテストバッテリーは、回路パラメータの正確なモデル化のためバッテリーと同じ化学成分を有し得る。

【００４１】

２０４で、バッテリーの温度が判定される。温度は、バッテリーの温度又はバッテリー環境の周囲温度を監視する温度センサに基づいて判定され得る。２０６で、バッテリーの電圧が測定される。２０８で、所定のデータがメモリからアクセスされる。所定のデータは更に、予め計算されたＤＯＤ及び推定された電流を含む、予め計算されたバッテリーデータを含むこともできる。２１０で、バッテリーのＳＯＣは、電圧、所定のデータ、及び温度に基づいて計算される。ＳＯＣの計算は、上述の式に基づき得る。

【００４２】

当業者であれば、説明した例示の実施例に変形が成され得ること、及び本発明の特許請求の範囲内で他の実施例を実装し得ることが分かるであろう。

【図１】

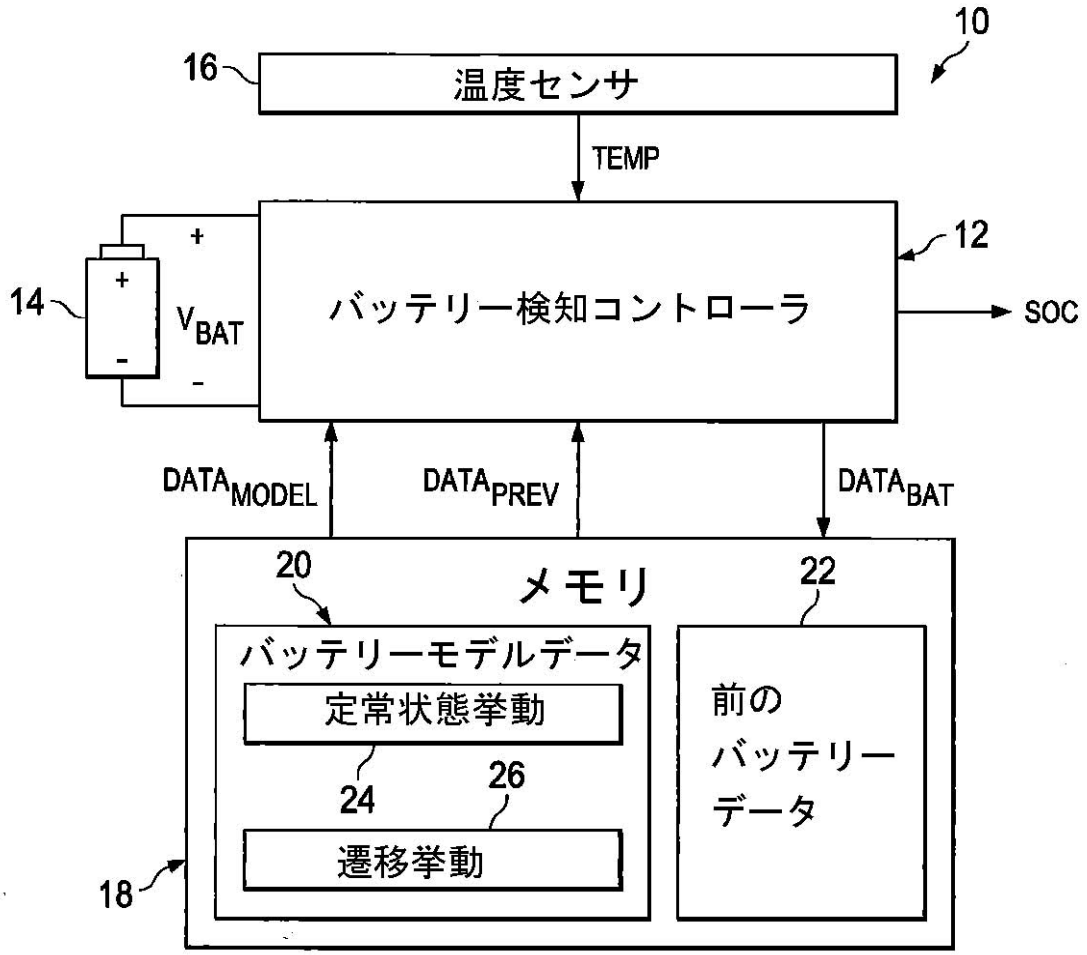

FIG. 1

【図２】

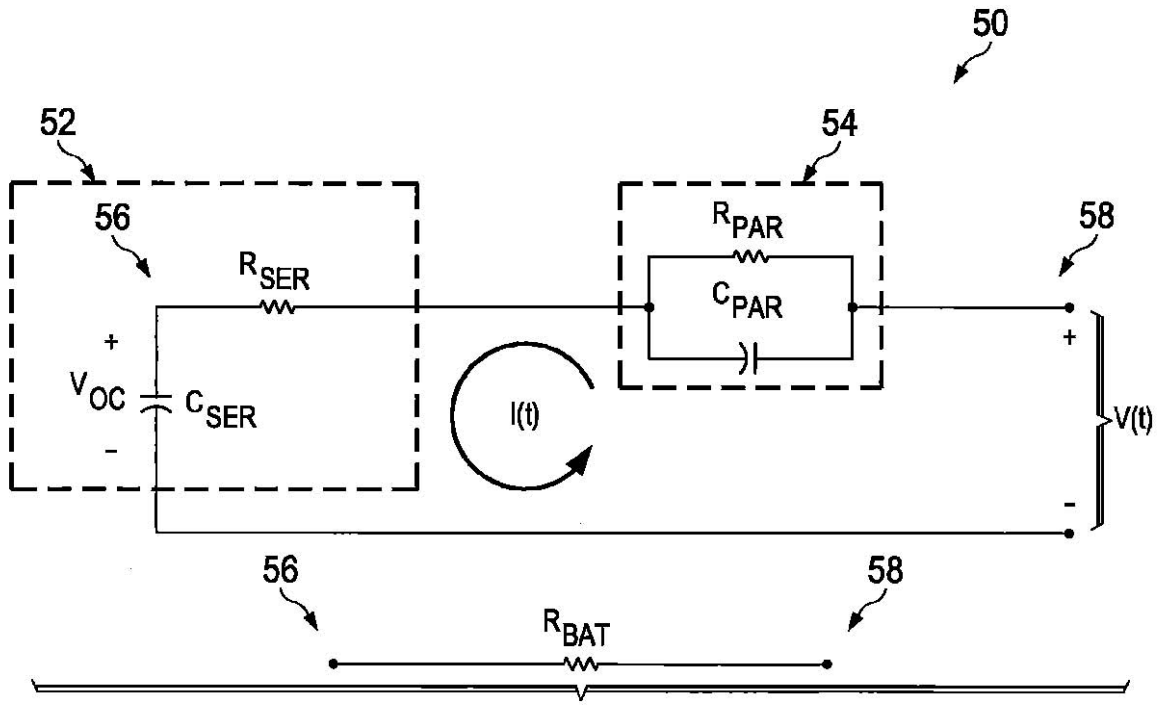

FIG. 2

【図３】

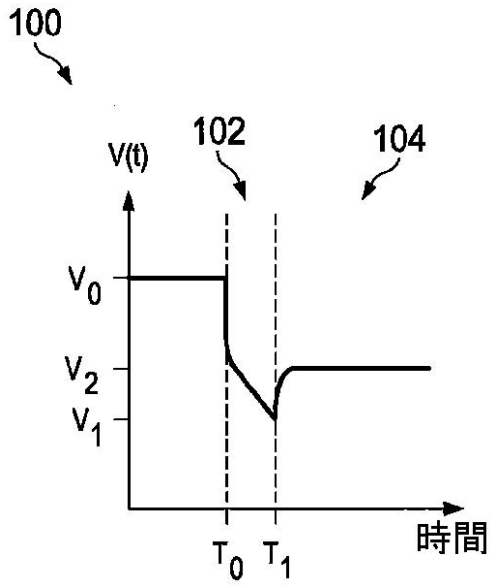

FIG. 3

【図４】

150

20

バッテリーモデルデータ

152 DOD	154 OCV_A	156 OCV_B	158 R_A	160 R_B	162 $RATIO_1$	164 $RATIO_2$
0.000	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
0.111	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
0.222	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
0.333	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
0.444	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
0.556	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
0.667	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
0.778	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
0.810	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
0.841	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
0.873	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
0.905	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
0.937	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
0.968	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ
1.000	AAA	BBB	CCC	XXX	YYY	ZZZ

FIG. 4

【図５】

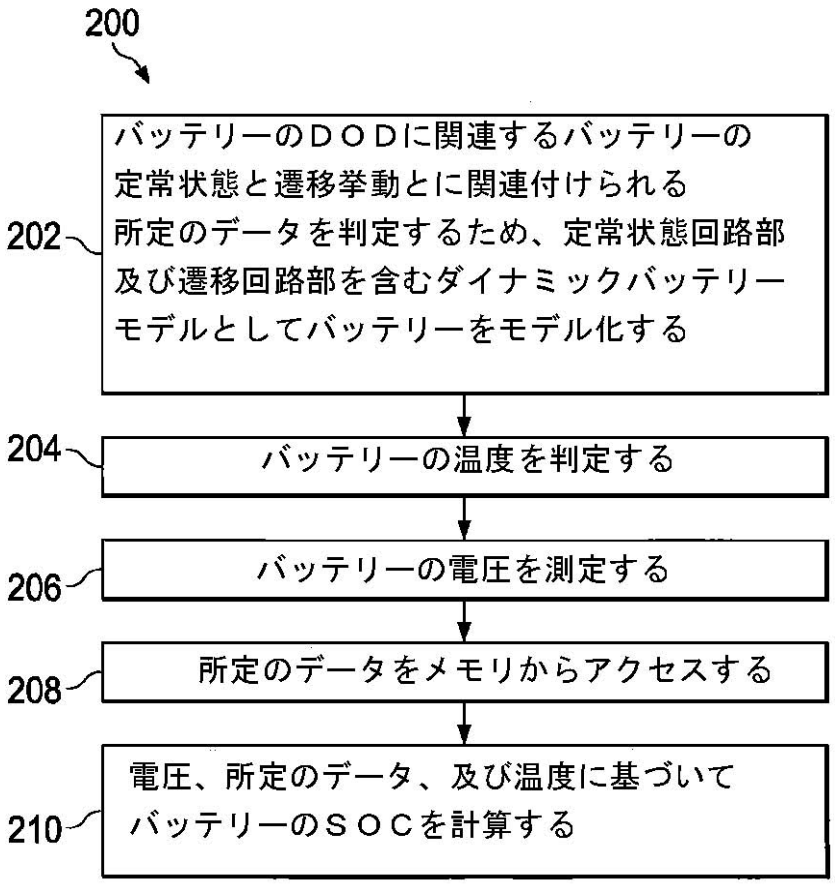
200
202
バッテリーのＤＯＤに関連するバッテリーの定常状態と遷移挙動とに関連付けられる所定のデータを判定するため、定常状態回路部及び遷移回路部を含むダイナミックバッテリーモデルとしてバッテリーをモデル化する
204
バッテリーの温度を判定する
206
バッテリーの電圧を測定する
208
所定のデータをメモリからアクセスする
210
電圧、所定のデータ、及び温度に基づいてバッテリーのＳＯＣを計算する

FIG. 5

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2011/063483

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/36(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; H01M 7/44; H02J 7/00; G01N 27/416

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
Japanese utility models and applications for utility models

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: battery, sense, temperature, sensor, measure, memory, store, data, depth of discharge, DOD, control, calculate, sampling, time, voltage, SOC, RC, network, model, circuit

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-311257 A (MITSUBISHI MOTORS CORP) 04 November 2004 See the abstract, paragraphs [0018]-[0038], claim 1, and figures 1-3,5,8	1,12 2-11,13-20
Y A	KR 10-2003-0013215 A (MCSCIENCE INC) 14 February 2003 See the abstract, pages 2-4, claim 1, and figures 1-3	1,12 2-11,13-20
A	US 7595643 B2 (JAMES K. KLANG) 29 September 2009 See the abstract, column 6, line 42-column 10, line 51, and figures 1-4	1-20
A	US 06094033A A (YI DING et al.) 25 July 2000 See the abstract, column 6, line 5-column 8, line 67, and figures 1,8-10	1-20

☐ 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
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of 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	Date of mailing of the international search report
20 JULY 2012 (20.07.2012)	**23 JULY 2012 (23.07.2012)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer PARK, Keun Yong Telephone No. 82-42-481-8508

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2011/063483

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2004-311257 A	04.11.2004	JP 4247605 B2	02.04.2009
KR 10-2003-0013215 A	14.02.2003	None	
US 7595643 B2	29.09.2009	GB 2408108 A	18.05.2005
		JP 2005-148056 A	09.06.2005
		JP 2007-080814 A	29.03.2007
		US 2005-0099185 A1	12.05.2005
		US 2006-0279288 A1	14.12.2006
		US 7116109 B2	03.10.2006
US 06094033A A	25.07.2000	US 6229285 B1	08.05.2001

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,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,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,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,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,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN

(72)発明者 イェブゲン　バルスコフ
アメリカ合衆国　７５０８２　テキサス州　リチャードソン，　ヘザーブルック　レーン　３２５７
(72)発明者 ヤンドン　ジャン
アメリカ合衆国　７５０２５　テキサス州　プラノ，　ファウンテン　スプリングス　８２１７
(72)発明者 デール　エイ　ブラックウェル
アメリカ合衆国　７８７３３　テキサス州　オースティン，　クエルナバカ　ドライブ　１１１エス

Ｆターム(参考) 2G016 CA04 CB00 CB11 CC00 CC01 CC02 CC04 CC07 CC20 CC24
CC28 CD10 CD14 CF06
5G503 BB01 EA09 GD03
5H030 AA06 AA10 AS11 AS14 AS18 FF22 FF43 FF44 FF52