

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-75558
(P2011-75558A)

(43) 公開日 平成23年4月14日(2011.4.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1R 31/36 (2006.01)	GO1R 31/36 A	2G016
HO1M 10/48 (2006.01)	HO1M 10/48 P	5G503
HO2J 7/00 (2006.01)	HO1M 10/48 3O1	5H030
	HO2J 7/00 Y	

審査請求 有 請求項の数 17 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-216845 (P2010-216845)
 (22) 出願日 平成22年9月28日 (2010.9.28)
 (31) 優先権主張番号 12/570, 745
 (32) 優先日 平成21年9月30日 (2009.9.30)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 510192916
 テスラ モーターズ, インク.
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
 070, サン カルロス, 1050 ピン
 グ ストリート
 (74) 代理人 110000659
 特許業務法人広江アソシエイツ特許事務所
 (72) 発明者 アニル パーヤニ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90
 703, セリトス, 19610 ジェフ
 ー サークル
 Fターム(参考) 2G016 CA03 CB05 CB06 CB12 CB21
 CB31 CC03 CC04 CC07 CC13
 CC27 CC28 CF06
 5G503 AA01 BA01 BB02 EA08
 最終頁に続く

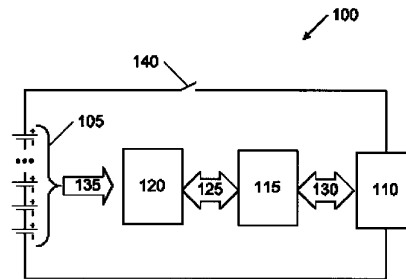
(54) 【発明の名称】 バッテリーのDCインピーダンスを判定する方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 バッテリーセルの充電を制御することによって
 バッテリーセルのDCインピーダンスを測定するための
 方法および装置を提供する。

【解決手段】 バッテリーのリアルタイムの特性解析のた
 めの方法であって、(a) バッテリーのDCインピーダ
 ンスを周期的に測定し、測定されたDCインピーダ
 ンスを決定するステップと、(b) 前記バッテリーのため
 の基準DCインピーダンスに対する前記測定されたDC
 インピーダンスの比率を出し、インピーダンス劣化ファ
 クターを設定するステップと、(c) 前記バッテリーの使
 用中、このバッテリーの一組の計数値に応じて、このバ
 ッテリーのための基準インピーダンスを取得するステッ
 プと、(d) 前記インピーダンス劣化ファクターを前記
 基準インピーダンスに適用し、前記バッテリーのため
 のリアルタイムの実効インピーダンスを取得するステッ
 プと、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

バッテリーのリアルタイムの特性解析のための方法であって、

(a) バッテリーの DC インピーダンスを周期的に測定し、測定された DC インピーダンスを決定するステップと、

(b) 前記バッテリーのための基準 DC インピーダンスに対する前記測定された DC インピーダンスの比率を出し、インピーダンス劣化ファクターを設定するステップと、

(c) 前記バッテリーの使用時、このバッテリーの一組の計数値に応じて、このバッテリーのための基準インピーダンスを取得するステップと、

(d) 前記インピーダンス劣化ファクターを前記基準インピーダンスに適用し、前記バッテリーのためのリアルタイムの実効インピーダンスを取得するステップと、
を備えることを特徴とするバッテリーのリアルタイムの特性解析のための方法。

10

【請求項 2】

前記測定するステップ (a) は、前記バッテリーの充電状態が 6% を下回るときに前記バッテリーの充電サイクルの間に 1 週間に 1 回の頻度で実施されることを特徴とする請求項 1 に記載のバッテリーのリアルタイムの特性解析のための方法。

【請求項 3】

前記測定ステップ (a) は、

(a1) 所望の温度にバッテリーの温度を設定するステップと、

(a2) 前記バッテリーを所定の SOC に充電するステップと、

(a3) 緩和時間の間、0 アンペアの充電電流を与えるステップと、

(a4) 前記緩和時間の終わりに前記バッテリーのセル電圧を測定し記録するステップと、

20

(a5) 最大充電電流で充電を再開するステップと、

(a6) 充電を再開した後、維持されるピーク電力またはピーク電流期間の後に、前記バッテリーのための充電セル電圧を決定するステップと、

(a7) 前記緩和時間の満了時および前記維持されるピーク電力期間の満了時からのバッテリー電圧およびバッテリー電流の変化を用いることによって前記バッテリーのための前記測定されたインピーダンスを設定するステップと、

を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 4】

前記所定の SOC は 60 パーセントから 70 パーセントの範囲内にあることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記一組の計数値は、SOC、温度、およびこれらの組み合わせからなる群から選択される一または複数の計数値を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記取得するステップ (c) は前記一組の計数値に応じて、使用中のバッテリーのルックアップテーブルを用いることを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

V_{cell} を V_{min} から減算し、その後、前記リアルタイム実効インピーダンスで割ることにより前記バッテリーのための電流放電制限を算出するステップ (e) を更に含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 8】

前記電流放電制限を V_{min} で乗じることによって電力放出制限を算出するステップ (f) を更に含むことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

バッテリーのためのバッテリー充電システムであって、前記バッテリーに接続された充電器と、制御器と、バッテリーデータ取得および監視サブシステムとを備えており、前記コントローラは、

50

測定されたDCインピーダンスを判定するために前記バッテリーのDCインピーダンスを周期的に測定し、

インピーダンス劣化ファクターを設定するために前記バッテリーのための基準DCインピーダンスに対する前記測定されたDCインピーダンスの比率を出し、

前記バッテリーの使用時、前記バッテリーデータ取得および関連サブシステムによって取得された前記バッテリーの1組の計数値に応じて、前記バッテリーのための基準インピーダンスを取得し、

前記バッテリーのためのリアルタイム実効インピーダンスを取得するために前記基準インピーダンスに前記インピーダンス劣化ファクターを適用することを特徴とするバッテリー充電システム。

10

【請求項10】

コンピュータプログラム製品であって、コンピュータシステムを用いて実行されるときにシステムを作動させるためのプログラム命令を保持するコンピュータ可読媒体を備えており、前記実行されたプログラム命令は方法を実行するものであり、この方法は、

(a) 前記バッテリーのDCインピーダンスを周期的に測定し、測定したDCインピーダンスを判定するステップと、

(b) 前記バッテリーのための基準DCインピーダンスに対する前記測定されたDCインピーダンスの比率を出し、インピーダンス劣化ファクターを設定するステップと、

(c) 前記バッテリーの使用時、このバッテリーの1組の計数値に応じて、このバッテリーのための基準インピーダンスを取得するステップと、

20

(d) 前記インピーダンス劣化ファクターを前記基準インピーダンスに適用し、前記バッテリーのためのリアルタイムの実効インピーダンスを取得するステップと、を備えることを特徴とするコンピュータプログラム製品。

【請求項11】

前記測定するステップ(a)は、前記バッテリーの充電状態が50%を下回るときに前記バッテリーの充電サイクルの間に1週間に1回以下の頻度で実施されることを特徴とする請求項10に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項12】

前記測定ステップ(a)は、

(a1) 所望の温度にバッテリーの温度を設定するステップと、

30

(a2) 前記バッテリーを所定の充電状態に充電するステップと、

(a3) 緩和時間の間、0アンペアの充電電流を与えるステップと、

(a4) 前記緩和時間の終わりに前記バッテリーのセル電圧を測定し記録するステップと、

(a5) 最大充電電流で充電を再開するステップと、

(a6) 充電を再開した後、維持されるピーク電力またはピーク電流期間の後に、前記バッテリーのための充電セル電圧を決定するステップと、

(a7) 前記緩和時間の満了時および前記維持されるピーク電力期間の満了時からのバッテリー電圧およびバッテリー電流の変化を用いることによって前記バッテリーのための前記測定されたインピーダンスを設定するステップと、

40

を含むことを特徴とする請求項10に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項13】

前記所定の充電状態は60パーセントから70パーセントの範囲内にあることを特徴とする請求項12に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項14】

前記1組の計数値は、SOC、温度、およびこれらの組み合わせからなる群から選択される一または複数の計数値を含むことを特徴とする請求項10に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項15】

前記取得するステップ(c)は前記1組の計数値に応じて、使用中のバッテリーのルッ

50

クアップテーブルを用いることを特徴とする請求項 14 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 16】

V_{cell} を V_{min} から減算し、その後、前記リアルタイム実効インピーダンスで割ることにより前記バッテリーのための電流放電制限を算出するステップ (e) を更に含むことを特徴とする請求項 10 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 17】

前記電流放電制限を V_{min} で乗じることによって電力放出制限を算出するステップ (f) を更に含むことを特徴とする請求項 16 に記載のコンピュータプログラム製品。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、消費電力の大きい用途に用いられるバッテリーの健康状態の評価に関し、詳細には、電気自動車およびハイブリッド自動車のバッテリーおよびバッテリーパックの健康状態の評価に関するものである。

【背景技術】

【0002】

バッテリーを使用する自動車のユーザおよびメーカーにとって、バッテリーの健康状態および性能を監視することは重要である。バッテリーは電力および容量を失っていくものであり（この損失の具体的なメカニズムは電池化学に基づき変化する）、使用中に診断を助け、電力制限アルゴリズムを助けるために電力および容量を知ることが重要である。下記の記載は、リチウムイオン化学に特に焦点を当てているが、他の化学も以下の記載から利益を得ることができる。

20

【0003】

バッテリーの健康状態を監視するための現在の技術は、バッテリー容量の測定および評価を含む。これはバッテリーの重要なパラメータであるが、十分な容量を有するバッテリーでも、特定の条件の下ではユーザがバッテリーから得られる電力を急速に失う場合がある。

【0004】

有効電力を評価する方法の一つは、カルマンフィルタリングといった従来技術を用いたバッテリーの AC（交流）インピーダンスの測定に基づくものである。AC インピーダンスについての知識によって、正確なリアルタイムの直流電力の評価が可能となる。しかしながら、リアルタイムのインピーダンスは、SOC（充電状態）および SOH（健康状態）の関数であり、この評価において、新しいバッテリーパックに対する相対的な電力の劣化（低下）は示されない。

30

【0005】

有効電力を評価するための現在の方法は、ルックアップテーブルを用いるものである。有効電力を推定し評価するために、温度、SOC、およびバッテリー年齢についての情報が用いられる。この推定方法は、動作環境の変化によって長期的間に生じるバッテリー化学における劣化の様々な程度を説明できない。例えば、高温の環境において電気自動車を運転するユーザは、高温での使用のためバッテリーの寿命が短くなることを経験し得る。

40

【0006】

バッテリーの劣化を推定する従来技術とは対照的に、バッテリー劣化を測定する装置および方法が必要である。

【発明の概要】

【0007】

バッテリーセルの充電を制御することによってバッテリーセルの DC インピーダンスを測定するための方法および装置を開示する。この方法は、バッテリーのリアルタイムの特性解析のための方法であって、(a) バッテリーの DC インピーダンスを周期的に測定し、測定された DC インピーダンスを決定するステップと、(b) 前記バッテリーのための

50

基準DCインピーダンスに対する前記測定されたDCインピーダンスの比率を出し、インピーダンス劣化ファクターを設定するステップと、(c)前記バッテリーの使用時、このバッテリーの一組の計数値に応じて、このバッテリーのための基準インピーダンスを取得するステップと、(d)前記インピーダンス劣化ファクターを前記基準インピーダンスに適用し、前記バッテリーのためのリアルタイムの実効インピーダンスを取得するステップと、(e)DCインピーダンスを測定するときにユーザが充電時間の遅れに気付かないようにバッテリーの温度を上げるように管理するステップと、を備えることを特徴とする方法である。

【0008】

本装置は、バッテリーのためのバッテリー充電システムであって、前記バッテリーに接続された充電器と、制御器と、バッテリーデータ取得および監視サブシステムとを備えており、前記コントローラは、測定されたDCインピーダンスを判定するために前記バッテリーのDCインピーダンスを周期的に測定し、インピーダンス劣化ファクターを設定するために前記バッテリーのための基準DCインピーダンスに対する前記測定されたDCインピーダンスの比率を出し、前記バッテリーの使用時、前記バッテリーデータ取得および関連サブシステムによって取得された前記バッテリーの1組の計数値に応じて、前記バッテリーのための基準インピーダンスを取得し、前記バッテリーのためのリアルタイム実効インピーダンスを取得するために前記基準インピーダンスに前記インピーダンス劣化ファクターを適用することを特徴とするバッテリー充電システムを含む。このシステムの様々な機能および構成を本明細書に記載されたものと異なる要素に分割し、または統合することができる。

【0009】

本発明の実施形態は、バッテリー劣化を直接測定するための装置および方法を提供する。利用可能な電力容量および電流容量を知ることによって電気自動車といった装置のオペレータを助け、装置の危険な使用を回避することができる。製造および保守に関して、バッテリー容量と相まって正確なインピーダンス測定は、バッテリー容量のみと比較した場合によりバッテリーのSOHの信頼性のある表示を提供する。

【0010】

利用可能な電力を知ることがバッテリーの使用における他の側面においても重要である。電気自動車において、利用可能な電力に直接関係する利用可能な持続するピーク電力に関する規格書(specification)がある。電気自動車における用途において、本発明の実施形態が無い場合、ユーザは増大したリスクを負いながら操作をしない場合があり、(例えば他の車両を追い抜く)、また、持続する電力ピークの継続時間が期待される期間継続しない場合もある。ユーザは電力が急に無くなるといった経験をし、置かれた状況およびユーザの反応の仕方に依って様々な異なる結果となり得る。本発明の実施形態は、特定時間持続することができる電力レベルに運転を予め制限するフィードフォワード制御パスとして用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】代表的な充電システムを示す図である。

【図2】図1に示される充電システムのための制御図である。

【図3】図1に示された充電システムのための第2の制御図であり、図4に記載の処理の間のノイズ、温度変化、不正確な測定を減少させるためのものである。

【図4】図1に示される充電システムのための工程図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の実施形態は、特にリチウムイオン電池のためのものであり、バッテリー劣化を推定する従来技術とは対照的にバッテリー劣化を測定するためのシステムおよび方法を提供するものである。以下の詳細な説明は、当業者が本発明を実施することができるように記載されており、出願の要件を満たすものである。本明細書に記載された好適な実施形態

10

20

30

40

50

、原理、特徴の様々な変更は当業者にとって直ちに自明となる。よって、本発明は、本明細書において示された実施形態に限定されず、本明細書に記載された原理および特徴の最も広い範囲が与えられる。

【0013】

図1は、電気自動車などに用いることができる充電システム100の好適な実施形態である。システム100は、バッテリー105と、バッテリー105に接続された充電器110と、バッテリー管理システム115と、バッテリーデータの取得・監視サブシステム120とを含む。コミュニケーションバス125はサブシステム120をバッテリー管理システム115に接続し、コミュニケーションバス130はバッテリー管理システム115を充電器110に接続している。コミュニケーションバス135は、バッテリー105からサブシステム120にバッテリーデータを結合する。

10

【0014】

バッテリー105は、直列接続された一群のバッテリーセルとして示されており、しかしながら、セルの構成は、異なる構成からなる並列/直列接続されたセルの組合せであってもよい。好適な実施形態の充電器110は、バッテリー105に印加される充電電流を提供する。バッテリー管理システム115は、本発明の実施形態によって定められる特徴に従って充電電流を制御する。サブシステム120は、バッテリー105に関して本明細書に記載される所望のデータを取得する。

【0015】

図2は、図1に示された充電システムの制御図200である。制御図200はリチウムイオン電池を充電するのに用いることができる典型的な制御システムを記載している。ターゲット電圧205および最大セル電圧210は、充電電流220を生成するために制御装置215によって減じられて用いられる。従来技術において、電流220は一定であるか、あるいはバッテリー105の内部抵抗の低下を補償する。上記のように、本発明の好適な実施形態には実際のDCインピーダンスの測定システムが記載される。概して、リアルタイムのDCインピーダンスの測定によって、利用可能な電流/利用可能な電力の計算が可能となり、これは、バッテリーのSOH(健康状態)の表示や、フィードフォワード・パラメータ(持続するピーク電力の電流レベルを表示/制御するために用いることができる)を提供することを含む様々な方法に用いることができる。

20

【0016】

リチウムイオンバッテリーは家庭用電化製品において一般的に用いられる。リチウムイオンバッテリーは、電力/重量比が最適であり、記憶効果がなく、不使用時の電力の損失が遅いという特徴を備え、携帯用電子機器のために最もポピュラーなものの一つである。家庭用電化製品での使用に加えて、リチウムイオンバッテリーは、その高電力および電力密度によって、軍用、自動車用、航空宇宙用の用途において人気が高まっている。しかし、特定の状況での取扱いによって、リチウムイオンバッテリーが危険な状態になることがある。

30

【0017】

リチウムイオン化学の利用における利点の一つは、この技術を用いて製造されたバッテリーが再充電可能であることである。従来の充電は二段階の充電アルゴリズムを用いてなされ、それは(i)定電流(CC)と(ii)定電圧(CV)である。電気自動車においては第一段階は定電力(CP)であり得る。

40

【0018】

ステップ1:セル1個あたりの電圧制限に達するまで、充電電流制限を課す。

【0019】

ステップ2:電流が所定のレベル(C/20であることが多いがC/5もしくはC/10または他の値となることもある)を下回るまで、セル1個あたりの最大電圧制限を課す。

【0020】

充電時間は、用途によって大体1~5時間である。一般的に携帯電話のバッテリーは1

50

Cで充電することができ、ラップトップパソコンでは0.8Cである。一般的に、電流がC/10を下回ると充電が止まる。急速充電器によってはステップ2が開始される前に停止し、バッテリーが約70%の充電度で準備完了であるとする。(本明細書において用いられる「C」は、一時間にバッテリーを放電する定格電流である。)

【0021】

一般に家庭用電化製品のために、リチウムイオンは各セルあたり約 4.2 ± 0.05 Vで充電される。自動車産業、重工業、および軍事用途においては、バッテリー寿命を延ばすためにより低い電圧を用いてもよい。多くの保護回路は、4.3 V以上もしくは90°Cに達すると切断される。

【0022】

リチウムイオン型バッテリーを充電するためのバッテリー充電器は当該技術分野において公知である。当該技術分野において知られているように、係るリチウムイオンバッテリーは定電流(CC)および定電圧(CV)の充電を必要とする。詳細には、まず最初にリチウムイオンバッテリーが定電流で充電される。定電流モードにおいて、一般的に充電電圧は、安全面からリチウムイオン電池メーカーによって推奨される最大レベルに設定される(一般的に各セルあたり4.2 V)。充電電流は、電池性能、充電時間、ニーズおよびコストに基づく設計レベルのファクターである。一端、バッテリー電圧が十分上昇すると、充電電流は最初の充電電流レベルよりも落ちる。特に、バッテリー電圧 V_b が充電電圧 V_c に接近するとき、充電電流は式： $I = (V_c - V_b) / R_s$ に従って減少し、ここで、 I = 充電電流、 V_c = 充電電圧、 V_b = バッテリーセル開路電圧、 R_s = バッテリーセルの接触抵抗および内部抵抗を含む充電回路の抵抗である。よって、充電サイクルの最後の部分(一般的に最後の約1/3)の間、バッテリーセルは、減少した充電電流で充電され、このことはバッテリーセルを完全に充電するのにより多くの時間がかかることを意味する。

【0023】

閉回路電圧は、バッテリーセルの電圧に、バッテリー回路の抵抗(例えばバッテリー端子や、バッテリーセルの内部抵抗など)による回路内の電圧降下を加えたものを示す。閉回路電圧から閉回路電圧を引くことによって、バッテリー抵抗回路素子全体の電圧降下を判定することができる。

【0024】

図3は、図4に記載の処理の間、ノイズ、温度変化、および測定の誤りを抑制するための図1に示される充電システムのための第2の制御図である。この制御は、ノイズによる変化、温度変化、および測定の誤りの減少を助けるためにローパスフィルタを採用する。

【0025】

図4は、図1に示された充電システム100によって実行される処理400の流れ図である。処理400は利用可能な電力または電流を計算するものである。図示された計算は、マルチセル・バッテリーパックの個々のセルのために記載されたものである。パック電力またはパック電流のためには全てのセルの値が合計される。処理400は、バッテリーが充電されているときであってこのバッテリーが約60%の充電状態であるときに、1~4週間毎に実行される。以下の説明において、「バッテリー」という用語は記載を簡略化するために用いられる。好適な実施形態において、バッテリーは、マルチセルのバッテリーパックであり、「バッテリー」という用語が用いられるときには、その文脈において異なる意味が示唆される場合を除き、セルと置き換えることができ、バッテリーパックの各セルに当てはめることができる。

【0026】

処理400は、バッテリー温度を設定するステップ405から始まる。このステップは、バッテリーを暖め、バッテリー(セル)を所望の温度に維持し、好適な実施形態においてこの温度は約35°Cである。これは、複数の異なる方法(例えば、先行する運転サイクルに用いられたクーラントの流れ)によって管理することができる。空気および/もしくは液体または他の冷却機構が、処理400を実行する前にセルの温度を所望のレベルにす

10

20

30

40

50

るために用いられる。

【0027】

ステップ405の後、処理400は、バッテリーの平均充電状態が固定された所定の割合の充電状態（一般的に約60%の充電状態）に達するまで所望の方法でバッテリーを充電する。選択される特定の値は用途および他の設計事項に基づく。このステップのために所望の充電状態を選択した場合に犠牲にするものがある。充電状態が40%～100%の間では、バッテリーのDCインピーダンスはフラットになる傾向がある。更に、コバルト・セルにおいて、OCV/SOCの曲線は55%以下のSOCでフラットになる。様々な用途および使用形態がこれらの値のいくつかを決める助けとなる。例えば、使用形態によっては、充電の前にユーザに他の用途よりも多くバッテリーを放電させる。一般的なユーザの放電パターンに閾値をおくことが望ましい。用途によっては、SOC（充電状態）が正確であってインピーダンスがフラットであるとき、SOCの値は60%以上に選択され、ユーザは一般的に車両をこの充電状態に操作する。より長距離用のバッテリーでは、ユーザによっては70%の充電状態になるまで車両を運転し、この場合は選択された値が70%であることがより好ましい。選択した充電状態が高すぎる場合には不利益がある。例えば、バッテリーが電圧降下を始め得る。

10

【0028】

ステップ410は緩和時間中、充電システム100に充電器からバッテリーまでゼロアンペアにさせる。好適な実施の緩和時間は約5分程度である。この緩和時間はバッテリーが復極するのを可能にする。特にバッテリーが古くなるかまたは所望の温度から変化するとき、あるいはより高い充電電流が用いられるとき、実際の期間は5分から変化し得る。

20

【0029】

ステップ410の緩和時間の終結の後、処理400は、緩和されたパラメータを記憶するステップ415を実行する。好適な実施形態において、緩和されたバッテリー電圧が測定され記憶される。

【0030】

次に、ステップ415の後、処理400はステップ420を実行し、最大電流での充電を再開する。好適な実施形態において、充電電流は望ましくは少なくとも約C/3である。このレベルは、DCインピーダンス測定の正確性を向上させ、セル電圧/電流測定誤差を減少させる。

30

【0031】

ステップ420に続き、処理400は、セル電圧を標本化するステップ425を実行する。好ましくは、ステップ425は、持続するピーク電力期間が経過したのちに実行される。従来の多くの電気自動車において、持続するピーク電力期間は約10秒程度必要である。用途によっては、持続するピーク電力は18秒であり得る。この値は、バッテリーの用途によって決定される。ステップ425に続き、ステップ430は各セルのためのインピーダンスを算出する。インピーダンスRは電流（ V/I ）の変化で割られる電圧の変化である。

【0032】

好適な実施形態は、各セルのインピーダンスを測定するために、図3に示されるローパスフィルタを用いる。様々なファクターに依っては他の実施形態のローパスフィルタも好ましくなり得る。

40

【0033】

一旦各セルのための測定されたインピーダンスが算出されると、処理400は、SOH（健康状態）インピーダンス劣化ファクターを決定するためにステップ435を実行する。このファクターは、新しく製造されたバッテリーのインピーダンスを表す「基準」インピーダンスに対するステップ430から測定されたインピーダンスの比率である。この比率は1.0未満の値である。

【0034】

動作中（例えばバッテリーを用いる電気自動車を運転する間）、処理440（ステップ

50

440にて)は、バッテリーのための基準インピーダンスを決定する。好ましくは、ステップ440は充電状態およびバッテリー温度に対応するlookupテーブルを用いて基準インピーダンスを設定する。次の処理400は、実際のDCインピーダンスを計算するステップ445を実行する。実際のDCインピーダンスは、ステップ435からのSOHファクターに基準インピーダンスを乗じたものと等しい。このリアルタイムDCインピーダンス値は、異なる目的に用いることができる。好適な実施形態の処理400のステップ450においてバッテリーの利用可能な電力/電流を算出する。(電力のために、この算出では、全てのセル電力制限がバッテリーパックのために利用可能な全電力を得るために合計されるように、個々のセルの値が示される。)以下に、DchILimitは放電電流制限(Discharge Current Limit)であって、Vminは特定の用途のためにメーカーによって決定された値であって、Vcellはバッテリーの実際の電圧レベルであって、Rはステップ445からのリアルタイムDCインピーダンス値である。Vminは一般家庭用バッテリーのための約3ボルトであり、電気自動車のためには約十分の二~七である。Vmaxはメーカーが定めた最大セル電圧である。VminおよびVmaxは一般的に一定であるが、温度によって変化し得る。本発明の実施形態は必要もしくは所望の場合にこれらの電圧のために動的な値を用いることができる。

10

【0035】

【数1】

$$DchILimit = (V_{\min} - V_{Cell}) / R$$

20

【数2】

$$DchPLimit = DchILimit * V_{\min}$$

【数3】

30

$$ChgILimit = (V_{\max} - V_{Cell}) / R$$

【数4】

$$ChgPLimit = ChgILimit * V_{\max}$$

40

【0036】

上記のシステムは埋め込み型自動車(EV)充電システムの好適な実施形態に記載されている。本願に記載されたシステム、方法、およびコンピュータプログラム製品は、当然ハードウェアにて実施することができる(例えば、中央処理装置(CPU)、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタルシグナルプロセッサ、システムオンチップ(「SOC」)または他のプログラマブルデバイス内あるいはこれと結合して)。加えて、システム、方法およびコンピュータプログラム製品は、例えば、ソフトウェアを保存するように構成された、コンピュータで使用することができる(例えばコンピュータ可読の)媒体において配置されるソフトウェア(例えば、任意の形態(ソース言語、対象言語、機械語など)になされたコンピュータ可読コード、プログラムコード、命令および/または

50

データ)において実施することができる。係るソフトウェアは、本明細書に記載された装置および工程のファンクション、ファブ리케이션、モデリング、シミュレーション、デスクリプションおよび/またはテストを可能にする。例えば、これは、汎用プログラミング言語(例えばC、C++)、GDSIIデータベース、Verilog HDL、VHDL、AHDL(AlterahDL)等を含むハードウェア記述言語(HDL)、または他の利用可能なプログラム、データベース、ナノプロセス、および/または回路(すなわち系統図)キャプチャツールの使用を通して達成することができる。係るソフトウェアは、半導体(フラッシュまたはEEPROM、ROM)、磁気ディスク、光学ディスク(例えばCD-ROM、DVD-ROMなど)、ならびに、コンピュータで使用することができる(例えばコンピュータ可読の)媒体(例えば、搬送波、または他のデジタル、光学、もしくはアナログ媒体を含む媒体)において実施されるコンピュータデータ信号を含む公知の任意のコンピュータで使用することができる媒体になされる。このように、ソフトウェアはインターネットおよびイントラネットを含む通信網を通じて送信することができる。ソフトウェアに具体化されたシステム、方法、コンピュータプログラム製品、および伝達信号が半導体知的財産コア(例えばHDLに具体化されている)に含まれることができ、集積回路の製造においてハードウェアに変形させることができる。更に、本明細書において記載されたシステム、方法、コンピュータプログラム製品、および伝達信号はハードウェアおよびソフトウェアの組合せとして具体化することができる。

【0037】

本発明の好適な実施形態の一つは、コンピュータ操作中、公知のコンピュータシステムのメモリにあるプログラミングステップもしくは命令で構成されているオペレーティングシステムのルーチンとしてである。コンピュータシステムによって要求されるまで、プログラム命令は、別の可読媒体(例えばディスクドライブ)に記憶させ、あるいは、着脱式メモリ(例えば、CD-ROMコンピュータ入力で用いられる光学ディスク、または充電器において用いられる埋め込まれたメモリ内にプログラミングステップを移すのに用いられる携帯用メモリシステム)に記憶させることができる。更に、プログラム命令は本発明のシステムにおいて用いられる前に別のコンピュータのメモリに記憶することができ、本発明のユーザによって要求されるとき、インターネット等のLANまたはWAN上に送信される。本発明を制御する工程が様々な形態のコンピュータ可読媒体の形態で配信することができることは当業者に理解されよう。

【0038】

任意の適切なプログラミング言語が本発明のルーチンを実行するのに用いることができ、これにはC++、Java(登録商標)、アセンブリ言語などが含まれる。異なるプログラミング技法(手続きプログラミングやオブジェクト指向プログラミングなど)を用いることができる。ルーチンは一の演算装置またはマルチプロセッサにおいて実行することができる。これらのステップ、動作または計算は特定の順序で行なわれるが、この順序は異なる実施形態では変更することができる。実施形態によっては、本明細書で順次示された複数のステップが同時に実行することもできる。本明細書に記載の一連の動作は、オペレーティングシステム、カーネルなどの別の処理によって中断され、保留され、あるいは制御されることができる。ルーチンはオペレーティングシステム環境において動作することができ、あるいは、システム処理を全てもしくは相当な部分を占める独立型ルーチンとして動作することができる。

【0039】

本明細書の記載において、本発明の実施形態を完全に理解するために、構成要素および/または方法の例などの多くの具体的な詳細が記載されている。しかしながら、当業者は本発明の実施形態を具体的な詳細がなくても実施することができ、他の装置、システム、アセンブリ、方法、構成要素、材料、部品等を用いて実施することができることは当業者にとって理解されよう。他の例において、本発明の実施形態を不明瞭になるのを防ぐため、公知の構造体、材料、動作は詳細に記載されていない。

【0040】

10

20

30

40

50

本発明の実施形態において「コンピュータ可読媒体」は、命令実行システム、装置、システムまたは機器によってまたはそれと接続して使用されるプログラムを、含み、記憶し、通信し、伝達しまたは転送することができる任意の手段であってもよい。コンピュータ可読媒体は、電子、磁気、光、電磁、赤外線、もしくは半導体システム、装置、機器、伝達媒体、またはコンピュータメモリであってもよい（しかしこれらに限定されない）。

【0041】

「プロセッサ」または「処理」は、データ、信号もしくは他の情報を処理する、人間、ハードウェアおよび/もしくはソフトウェアシステム、機構、または部品を含む。プロセッサは、汎用中央演算処理装置（CPU）、マルチプル処理装置、機能を達成するための専用回路を備えるシステム、または他のシステムを含む。「処理」は、一の地理的ロケーションに限定されず、また、時間的な限定もない。例えば、プロセッサは「リアルタイム」、「オフライン」、「バッチモード」等においてその機能を実行することができる。処理の一部は、異なる（もしくは同じ）処理システムによって異なる時間、異なる場所で行うことができる。

10

【0042】

本明細書において「一実施形態」または「特定の実施形態」という記載はその実施形態に関して記載された特定の特徵、構成、または特性が本発明の実施形態の少なくとも一つに含まれ、全ての実施形態に含まれる必要は無いことを意味する。従って、本明細書において「一実施形態において」または「特定の実施形態において」という記載は、必ずしも同じ実施形態を示すものではない。更に、本発明の特定の実施形態の特定の特徵、構成、または特性は一または複数の他の実施形態と適切な態様で組み合わせることができる。本願に記載された本発明の実施形態の他のバリエーションおよび変更も本願の教示に鑑み可能であり、本発明の精神および範囲の一部であると理解されよう。

20

【0043】

本発明の実施形態は、プログラムされた多目的デジタルコンピュータを用いて、また、特定用途向け集積回路、プログラマブルロジックデバイス、フィールドプログラマブルゲートアレイ、光学、化学、生物学的、量子学的もしくはナノ加工システム、部品および機構を用いることによって、実施することができる。一般的に、本発明の機能は公知の任意の手段を用いて達成することができる。分散型システムまたはネットワーク型システム、部品および回路を用いることができる。データの通信または転送は有線であっても無線であってもよく、あるいは他の手段であってもよい。

30

【0044】

図面に記載された一または複数の要素は、用途によって有益なように、更に分離され、あるいは更に一体化された態様で実施することもでき、除外することもでき、場合によっては動作不能なようになされてもよい。コンピュータが上記記載の方法を実施することができるように機械で読み取ることができる媒体に記憶することができるプログラムまたはコードを実行することも本発明の精神および範囲内である。

【0045】

加えて、図面の矢印は例示目的であって、特に明記されない限り、これらに限定されない。更に、「もしくは」「または」という記載は特に明記されない限り、「および/または」の意味である。部品（コンポーネント）またはステップの組合せも記載されているものとして考慮される。

40

【0046】

本願明細書等に記載の単数で記載されている名詞は特に明記されない限り複数も含む。

【0047】

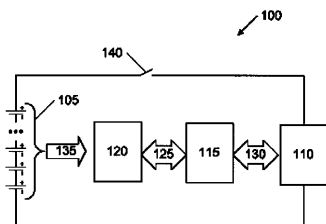
本発明の実施形態の記載は、本発明を当該記載に厳密に限定するものではない。本発明の特定の実施形態は例示目的で本明細書に記載されており、均等となる様々な変更も本発明の精神および範囲内で可能であることは当業者に理解されよう。本発明の上記実施形態の記載に鑑み、これらの変更は本発明に施すことができ、本発明の精神および範囲内に含まれる。

50

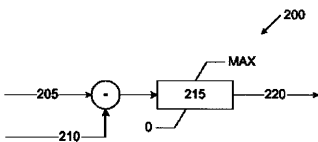
【 0 0 4 8 】

従って、本明細書において本発明が特定の実施形態に関する記載されたが、様々な変更および代用も本発明の目的とするところであり、本発明の実施形態は本発明の精神および範囲から逸脱せず他の特徴を用いることなく一部の特徴を用いることもできる。従って、多くの変更が特定の状況および材料を本発明の本質的な範囲および精神に適応させるためになすことができる。本発明は、添付の特許請求の範囲、ならびに、本発明を実施するために予想させる最良の形態として開示された特定の実施形態に限定されるものではなく、添付の特許請求の範囲に該当する全ての実施形態および均等物を含むものである。従って、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲によってのみ定められる。

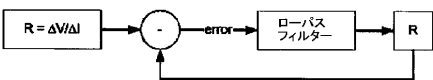
【 図 1 】



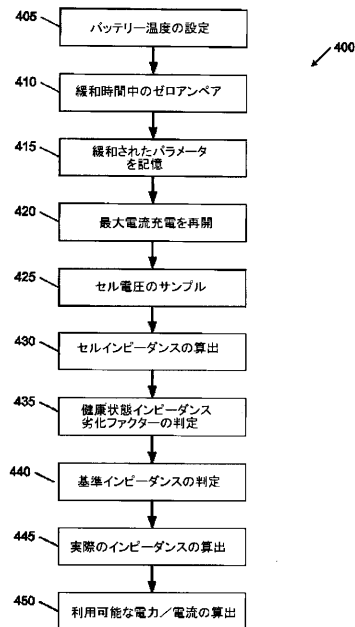
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H030 AA06 AS08 FF22 FF41 FF42 FF43 FF44 FF51