

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年6月26日(26.06.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/097490 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 10/48 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
G01R 31/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/083358
- (22) 国際出願日: 2012年12月21日(21.12.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 有金 剛 (ARIGANE Tsuyoshi); 〒1858601
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株
式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 奥
山 裕 (OKUYAMA Yutaka); 〒1858601 東京都国分
寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立
製作所 中央研究所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: ポレール特許業務法人 (POLAIRE I.P.C.);
〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目7番1号
Tokyo (JP).

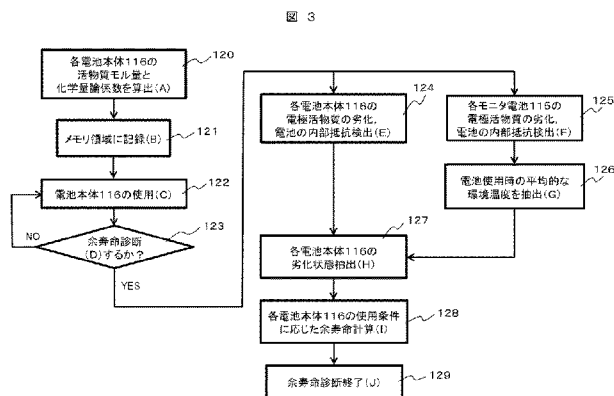
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, 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, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(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), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: LITHIUM-ION SECONDARY BATTERY MODULE, AND DEVICE AND METHOD FOR ASSESSING REMAIN-
ING LIFE OF SAME

(54) 発明の名称: リチウムイオン二次電池モジュール及びその余寿命診断装置、並びにその診断方法



- 120 Calculate the molar amount of the active material of and the stoichiometric coefficient of each battery body (116): (A)
- 121 Record the results into a memory region: (B)
- 122 Use the battery bodies (116): (C)
- 123 Remaining life be assessed?: (D)
- 124 Detect the degradation of the electrode active material of and the internal resistance of each battery body (116): (E)
- 125 Detect the degradation of the electrode active material of and the internal resistance of each monitor battery (115): (F)
- 126 Extract an average environment temperature when the batteries are used: (G)
- 127 Extract the degradation state of each battery body (116): (H)
- 128 Calculate the remaining life according to the conditions of use of each battery body (116): (I)
- 129 End of remaining life assessment: (J)

(57) Abstract: Provided are a secondary battery module and a remaining life assessment device that are capable of highly accurately assessing the remaining life of a battery module using lithium-ion secondary batteries and the life of a battery when the battery is secondarily used. The secondary battery module is equipped with: a battery array constituted by electrically connecting a plurality of first secondary batteries in series and parallel; and a plurality of second secondary batteries provided separately from the first secondary batteries. The second secondary batteries are used for predicting the life of the battery array. While the battery array is actually used, mutually different voltages are applied to the respective second secondary batteries and maintained constant.

(57) 要約: リチウムイオン二次電池を用いた電池モジュールの余命および電池を二次利用する際の寿命を高精度に診断できる二次電池モジュールおよび余寿命診断装置を提供する。二次電池モジュールにおいて、複数個の第1の二次電池を電氣的に直並列に接続して構成された電池アレイと、第1の二次電池とは別な第2の二次電池を複数個具備し、第2の二次電池は、電池アレイの寿命予測に供する電池であって、電池アレイが実使用状態においては、複数個の第2の二次電池のそれぞれに互いに異なる電圧が一定に保たれて印加されていることを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：

リチウムイオン二次電池モジュール及びその余寿命診断装置、並びにその診断方法

技術分野

[0001] 本発明は、リチウムイオン二次電池モジュール及びその余寿命診断装置、並びにその診断方法に係り、例えば、リチウムイオン二次電池の二次利用に際する寿命診断を行う余寿命診断装置とその診断方法に関する。

背景技術

[0002] リチウムイオン二次電池は、高エネルギー密度という特徴を活かして、情報通信機器および家電用電源として開発されてきた。現在では、携帯電話やノート型のパーソナルコンピュータ用の電源として広く普及している。また、地球温暖化対策や化石燃料代替という観点から、ハイブリッド自動車および電気自動車用電源やスマートグリッド用の負荷平準用蓄電池としての利用も拡大している。

[0003] リチウムイオン二次電池の適用範囲が広がるにつれて、使用する電流の違いから、例えば、電気自動車などでは使用済みとなったリチウムイオン二次電池を、太陽光・風力などの自然エネルギー貯蔵や産業用機器の定置型電源として利用する、いわゆる二次利用の試みが増加しつつある。

[0004] 電池の二次利用するに当たっては、一次利用での電池の劣化を精度良く検出し、二次利用での寿命を診断する技術が必要不可欠となる。電池の劣化検出の先行技術として、特許文献1にはリチウムイオン二次電池モジュールを構成しているリチウムイオン二次電池セルと同一仕様のモニタ用リチウムイオン二次電池を設け劣化判定を行う技術が開示されている。また、特許文献2には電池モジュールシステムにおいて他の電池より早く劣化が始まる比較判定用電池を設け電池寿命判定をする技術が開示されている。

[0005] また、リチウムイオン二次電池の充電および放電特性を計算する従来技術

としては、非特許文献1に記載があるNewmanモデルが存在する。Newmanモデルには活物質中のリチウムイオンの拡散や、Butler-Volmer式などが考慮されており、リチウムイオン二次電池の電極材料毎の比容量や拡散定数、反応速度定数などの物理パラメータを適切に与えることによって、比較的精度良く電池特性を再現できることが知られている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2009-64682号公報

特許文献2：特開2003-45387号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：M.Doyle and J.Newman, Journal of The Electrochemical Society, volume143, p.1890, 1996年

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1で開示されるリチウムイオン二次電池は、無停電電源装置のバックアップ電源などに使用される畜電池を対象とするものであり、カレンダー寿命の判定が主な目的であるために、サイクル寿命を精度良く予測することは難しい。従って、電池の二次利用するに当たっては、サイクル寿命に対する寿命予測技術も必要不可欠である。

[0009] また、特許文献2で開示される技術では判定用電池として他の電池より早く劣化が始まる電池を寿命判定に用いているため、実際には本体電池の寿命を早めに見積もる可能性がある。このため、寿命を精度良く予測することは難しい。

[0010] また、特許文献1や2で開示する技術の対象は、無停電電源装置のバックアップ電源などに使用される畜電池や、電気自動車などに使用される組電池に関するものであり、二次利用の電池を対象とするものではないため、二次利用の電池の使用条件に応じた寿命診断の要求に対しては、新たな診断装置

あるいは診断方法が望まれる。

[0011] そこで、本発明の目的は、リチウムイオン二次電池を用いた電池モジュールの余命および電池の二次利用に際する寿命を高精度に診断できる余寿命診断装置、およびその診断方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 上記目的を達成するための本願発明の特徴の主なものは、以下の通りである。

(1) 本発明になる二次電池モジュールにおいて、複数個の第1の二次電池を電氣的に直並列に接続して構成された電池アレイと、第1の二次電池とは別な第2の二次電池を複数個具備し、第2の二次電池は、電池アレイの寿命予測に供する電池であって、電池アレイが実使用状態においては、複数個の第2の二次電池のそれぞれに互いに異なる電圧が一定に保たれて印加されていることを特徴とする。

(2) また、本発明になるリチウムイオン二次電池の余寿命診断装置において、複数個の第1のリチウムイオン二次電池を電氣的に直並列に接続して構成された電池アレイと、第1のリチウムイオン二次電池とは別な複数個の第2のリチウムイオン二次電池とを具備してなる二次電池モジュールと、二次電池モジュールに与える電圧の制御および検出を行う第1のコントローラーと、第1のコントローラーと通信を介して情報の送受信を行う第2のコントローラーとを有するリチウムイオン二次電池の余寿命診断装置であって、第1のコントローラーは、複数個の第2のリチウムイオン二次電池を一定の電圧値に保つように制御する電圧調整回路を具備し、電圧調整回路は、電池アレイが実使用状態にある時、複数個の第2のリチウムイオン二次電池のそれぞれに互いに異なる電圧を一定に保ちながら印加すること特徴とする。

(3) また、本発明になるリチウムイオン二次電池の余寿命診断方法において、複数個の第1のリチウムイオン二次電池を電氣的に直並列に接続して構成された電池アレイと第1のリチウムイオン二次電池とは別なモニター用の複数個の第2のリチウムイオン二次電池とを具備してなる二次電池モジュール

ルと、二次電池モジュールに与える電圧の制御および検出を行う第１のコントローラーと、第１のコントローラーと通信を介して情報の送受信を行う第２のコントローラーとを有する余寿命診断装置を用いたリチウムイオン二次電池の余寿命診断方法であって、電池アレイの実使用状態で計測した前記第２のリチウムイオン二次電池の計測値に基づいて、第１のリチウムイオン二次電池の受けた熱負荷を抽出し、抽出した熱負荷と、第１のリチウムイオン二次電池を所定の条件で放電して得られた内部抵抗および電極劣化比率に係る事前取得データとを用いて第１のリチウムイオン二次電池の劣化状態を抽出することにより、任意の充放電条件における第１のリチウムイオン二次電池の劣化による余寿命を算出することを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、リチウムイオン二次電池を用いた二次電池モジュールの余命および電池の二次利用に際する寿命を高精度に診断できる余寿命診断装置、およびその診断方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施の形態１に示す余寿命診断装置の概略図である。

[図2]実施の形態１に示す電池モジュールの詳細図である。

[図3]実施の形態１におけるモニタ用電池の余寿命診断のシーケンスを示すフローチャートである。

[図4]図３のフローチャートに示す工程（Ｇ）を説明する図である。

[図5]図３のフローチャートに示す工程（Ｈ）を説明する図である。

[図6]実施の形態１の寿命予測方法の効果を示す図である。

[図7]実施の形態１の寿命予測方法における電池容量の劣化推移を示す図である。

[図8]実施の形態３に示す電池モジュールの詳細図である。

[図9]実施の形態４に示す電池モジュールの詳細図である。

発明を実施するための形態

[0015] 本実施の形態において、便宜上その必要があるときは、複数のセクション

または実施例に分割して説明するが、特に明示した場合を除き、それらはお互いに無関係なものではなく、一方は他方の一部または全部の変形例、詳細、補足説明などの関係にある。

[0016] また、本実施の形態において、要素の数など（個数、数値、量、範囲などを含む）に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合などを除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でも構わない。さらに、本実施の形態において、その構成要素（要素ステップなども含む）は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。同様に、本実施の形態において、構成要素などの形状、位置関係などに言及するときは、特に明示した場合および原理的に明瞭にそうでないと考えられる場合を除き、実質的にその形状などに近似および類似するものを含むものとする。このことは、上記数値および範囲についても同様である。

<実施の形態 1>

以下に、モジュール構成、劣化診断方法、二次利用時の寿命診断方法に関して説明する。

図 1 には本発明に係るリチウムイオン二次電池の余寿命診断装置の概要図を示し、図 2 にはリチウムイオン二次電池を搭載した電池モジュールの詳細図を示す。余寿命診断装置は、リチウムイオン二次電池の充放電制御およびその余寿命診断を行う装置であり、バッテリーコントローラー 101 とセルコントローラー 102 とから構成されている。

バッテリーコントローラー 101 は、電池モジュール 113 中にあるモニタ用電池の劣化診断回路 103、容量調整回路 104、メモリ領域 105、通信回路 106 で構成されている。

セルコントローラー 102 は、セル選択制御回路 107a、モニタ用電池電圧調整回路 108、電源 109、充放電実行回路 110、電圧検出回路 111、温度検出回路 112、通信回路 106 から構成されている。

セルコントローラー 102 は、後述する電池モジュールと同一の基板（図 1 中の点線で示す）上に搭載されていても良いし、両者は別々であっても構わない。

[0017] バッテリーコントローラー 101 とセルコントローラー 102 は、通信回路 106 を通して情報をやり取りし制御を行う。メモリ領域 105 には、使用する電池の電極活物質に応じた劣化データとして、（１）電池の使用開始日時、（２）電池を充放電した回数、（３）実施の形態 1 で使用する電池と同一電池の正・負電極の活物質が電極から剥がれるなどの劣化の経時変化に関する温度依存性、もしくはモデル化された数式、（４）実施の形態 1 で使用する電池と同一電池の、例えば黒鉛負極などの場合に見られる活物質表面の被膜（SEI : Solid-Electrolyte Interface）などによる抵抗上昇の経時変化に関する温度依存性、もしくはモデル化された数式、（５）SEI 被膜抵抗と電池内部抵抗を換算するデータ、もしくはモデル化された数式が格納されている。

[0018] 図 2 に示すように、電池モジュール 113 には、複数本の劣化モニタ用電池 115（以下、モニタ電池と略称する）と負荷 114 に電力を供給する電池アレイ（複数本の電池の直並列接続アレイ）116 からなる。ここで、モニタ電池 115 は電池アレイを構成する各電池と同じ電池であり、複数本のモニタ電池のそれぞれの電圧は、電圧検出回路 111 により検出され、モニタ用電池電圧調整回路 108 と充放電実行回路 110 により、あらかじめ決められた値（モニタ電池毎に異なる電圧値）になるように電圧調整される。一例として、モニタ電池が 3 本の場合には、それぞれ電池アレイ 116 の充放電パターンの下限值、上限値、およびその間の電圧などに設定すると好適である。またモニタ電池は、劣化診断回路 103、電源 109、充放電実行回路 110 により、所定の頻度で、後に記述するフローチャートに従って劣化状態が診断される。

[0019] 電池アレイ 116 を構成する複数本の電池には、それぞれ温度センサー（図示せず）が付しており温度検出回路 112 により温度がモニタされ、一定

の頻度でメモリ領域 105 に記憶される。また、負荷 114 に応じてあらかじめ決められた充放電パターンとなるように電源 109、充放電実行回路 110、電圧検出回路 111 により充放電が制御される。また電池の劣化の程度に応じて、容量調整回路 104、充放電実行回路 110、電圧検出回路 111 により制御され、例えば直列接続電池においては各電池の電圧が等しくなるように調整される。

[0020] 図 3 は、実施の形態 1 におけるモニタ電池の余寿命診断のシーケンスを示すフローチャート図である。初めに、劣化前の電池アレイ 116 の各電池で、電池反応に寄与する正極および負極の活物質モル量と、それぞれの電極のリチウム化学量論係数を算出（ステップ 120 : (A)）し、バッテリーコントローラーのメモリ領域に記録する（ステップ 121 : (B)）。具体的には、二次電池に用いる各活物質の電極反応の各環境温度下におけるリチウム化学量論係数と電極電位（OCP : Open Circuit Potential）の関係は知られているため、電池を所定の電圧まで充電（または放電）した後、セル選択回路 107b により選択した電池に対して、所定の電荷量（ファラデー定数を用いてモル換算する）を充放電実行回路 110 を介して電池に流し、その前後の電池電圧を電圧検出回路 111 により計測し、同時に環境温度を温度検出回路 112 により検出することで算出することが可能である。

[0021] 次に、例えば電気自動車などでの電池の実使用（ステップ 122 : (C)）により電池アレイ 116 を構成する各電池が劣化したとして、余寿命を診断する場合（ステップ 123 : (D)）について述べる。例えば、車検毎など、余寿命診断動作のトリガーをあらかじめ決めておき、その制御を行うものとする。劣化した電池を所定の電圧まで充電（または放電）した後、所定の電荷量を充放電実行回路 110 を介して流すことにより、同様に劣化電池の正極および負極の活物質モル数と、それぞれのリチウム化学量論係数を求める。同様に劣化した電池を所定の電圧まで充電（または放電）した後、放電（または充電）電流を変えて複数の放電（または充電）特性を計測することにより内部抵抗を抽出する（ステップ 124 : (E)）。

[0022] モニタ電池 115 についても同様に、劣化に関するパラメータとして、正極および負極の活物質モル数を内部抵抗を抽出する（ステップ 125：（F））。続いて、複数本のモニタ電池 115 で抽出した劣化に関するパラメータをメモリ領域 105 に格納しているデータと比較することで、電池アレイ 116 が置かれていた環境温度を代表する平均的な温度を抽出する（ステップ 126：（G））。

[0023] 環境温度を代表する平均的な温度を抽出する手順を、以下に図 4 を用いて説明する。

まず、図 4（A）は、環境温度（ $T_1 \sim T_4$ ）をパラメータとして電極劣化比率の経時変化を示す。ここで、本図は、メモリ領域 105 に格納されている正極および負極の活物質モル数の初期値からの減少比率の経時変化の温度依存性を示している。次に、図 4（B）は、環境温度（ $T_1 \sim T_4$ ）をパラメータとして内部抵抗の経時変化を示す。図 4（C）は、環境温度（ $T_1 \sim T_4$ ）をパラメータとして内部抵抗と SEI 被膜抵抗との相関を示す。

なお、電極劣化比率は、例えば、初期の電極活物質モル数に対する経時変化後の電極活物質モル数の比率で表わし、また内部抵抗は、電池内部および電極を含んだ抵抗値を指すものとする。

[0024] 図 4 の（A）および（B）中のそれぞれに示す縦軸からの破線は、図 3 で示すフローチャートのステップ 125 の（F）にて抽出した電極劣化比率、および内部抵抗の値に対応し、横軸からの破線は、メモリ領域 105 に記憶されている電池使用開始日時からの経過時間に対応している。

なお、図中の電圧 1、電圧 2、電圧 3 はそれぞれ電池アレイ 116 の実使用時における充放電パターンの下限值、中間値、上限値であり、 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 はそれぞれ異なる環境温度（ $T_1 < T_2 < T_3 < T_4$ ）を示している。

[0025] 従って、図 4 中で示す縦軸および横軸から延びる破線の交点を求めると、環境温度 T_2 となり、モニタ電池が電池モジュール 113 の使用中に受けた平均的な熱負荷は T_2 であることがわかる。

[0026] 次に、電池アレイ 1 1 6 の劣化状態を抽出する図 3 で示すフローチャートのステップ 1 2 7 : (H) について、図 5 を用いて説明する。

図 5 は、例えば電気自動車などでの電池の充電および放電のパターンを示したものである。充放電時の上限および下限電圧は、モニタ電池の電圧 1、電圧 3 に対応する。また、電圧 2 は上限、下限値の間のある値（例えば、中央値）である。充放電サイクルに伴う電圧変化を時間分割し、電圧 1（下限電圧での休止）の状態を t_1 、充放電の時間を t_2 （電圧は代表して電圧 2 とする）、電圧 3（上限電圧での休止）の状態を t_3 とする。ここで、 $t_2 = t_2(1) + t_2(2)$ と表わし、 $t_2(1)$ は電圧 3 から電圧 1 に降圧される時間、 $t_2(2)$ は電圧 1 から電圧 3 へ昇圧される時間を示すものとする。

[0027] メモリ領域 1 0 5 に記憶している電池使用開始時間からの経過時間およびサイクル回数と、図 3 で示すステップ 1 2 4 : (E) で抽出した電極活物質モル数および内部抵抗と、ステップ 1 2 6 : (G) で抽出された熱負荷温度および図 4 に示す劣化パラメータの経時変化との整合が取れるように各電圧値にいた時間を配分し、電池アレイ 1 1 6 の劣化パラメータの計算を行う。

[0028] 続いて、図 3 のステップ 1 2 8 および 1 2 9 について説明する。

[0029] 抽出した劣化パラメータを初期値として、その後の使用条件に応じてステップ 1 2 6 : (G) で記述した方法と同様の方法で劣化パラメータを更新していき余寿命を計算し（ステップ 1 2 8 : (I)）、劣化診断の制御を終了する（ステップ 1 2 9 : (J)）。

[0030] 図 6 には、上記の方法により診断した電池特性の実測と計算値を示す。また、図 7 には、図 6 で示す実測結果に基づき、電池特性の余寿命の予測を示した。ただし、図 7 における電池容量の予測は、同様の使用条件で充放電回数を増やしていった場合を例としている。

[0031] 図 6 には電池劣化前の放電特性（初期）、および複数回の充放電を繰返して電池を劣化させた際の実測した放電特性（診断時）を示す。ここで、○印および△印は、初期および診断時の実測値を示し、実線は以下に示す方法に

よる計算値を示す。計算値は、上述した方法で劣化を見積り、Newmanモデルを使用して算出している。ただし、Newmanモデルを適用するに当たり、劣化パラメータとして、（１）電極劣化による反応表面積の変動、（２）内部抵抗から換算したSEI被膜抵抗により過電圧の変動を考慮した。

[0032] なお、図6において、放電特性は、縦軸に電池電圧（V）を取り、横軸に容量（Ah）を取っている。また、ある一定の電圧値における初期および診断時の容量値を、それぞれ C_A 、 C_B と表記している。

[0033] 図6から、実測値と計算値の一致度は高く、比較的精度良く劣化特性を予測できていることがわかる。

[0034] 図7には、図6で示した同じ充放電をさらに繰返した場合の電池の容量劣化の推移を示した。縦軸には、容量（Ah）を取り、横軸には経過時間を取ることににより、上述した実測値および計算値を用いて実線で示すグラフが得られる。ここで、 C_A 、および C_B は図6で示す値を指している。

図7において、例えば、初期の電池の容量（ C_A ）に対して70%（ C_{70} ）まで容量劣化した場合を寿命と定義した場合、図中に示すように余命を診断できる。

[0035] また、劣化を診断した時点以降の時間で使用条件を変更しても、同様の見積り方により変更した使用条件下の余寿命（サイクル寿命およびカレンダー寿命を含む）を診断することができる。

[0036] 以上、本願発明者によってなされた発明を、リチウムイオン二次電位を例として具体的に説明したが、本発明は前記した実施の形態に限定されるものではなく、例えば、リチウムイオンポリマー二次電池、ナトリウムイオン二次電池、マグネシウムイオン二次電池などと言った、いわゆるロッキングチェア型と言われる電池にも適用することができる。加えて、正極、負極、セパレータ、電解液、リチウム塩などの発電領域の構成、組成、さらにラミネート型、角型、円筒型などの電池形状など、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

＜実施の形態２＞

本実施の形態と実施の形態１との違いは、小型化したモニタ用の電池を用いることであり、余寿命診断のための制御方法や装置構成は実施の形態１と同様である。

[0037] 実施の形態１では充放電させる電池と同じ電池を使用していたのに対して、実施の形態２においては、電極やセパレータの材料・厚み、正極・負極の活物質比率、電解液の組成などは同じであるが、電極の面積を小さくすることで容量を小さくしていることである。

[0038] 例えば、図８において、電池アレイ３１６を構成する電池の筐体の大きさ（図示せず）に対して、１／１０程度の大きさの筐体を用いる。このような大きさにすることにより、電池アレイ３１６の中央部に配置しても、本体を構成する電池の配列を乱すことなく、配列が可能となる効果がある。

[0039] さらに、以下のような効果も期待できる。充放電させる電池と電極構造が同じであることから、一定電圧に保存している時の劣化状態は変わらない。モニタ電池を小さくすることにより、実施の形態１に記載した劣化パラメータを短時間で精度良く抽出することができる。

＜実施の形態３＞

以下に、モニタ電池をモジュール最高温度部に設置した場合について説明する。

本実施の形態と実施の形態１との違いは、モニタ用の電池を設置する位置であり、余寿命診断のための制御方法や装置構成は実施の形態１と同様である。

[0040] 実施の形態３ではモニタ用の電池を図８に示すように電池モジュールの最高温度となるところに設置する。一般に、リチウムイオン二次電池は高温で使用するほど劣化が進む。そのため、モジュール内の最高温度部にモニタ電池を設置することにより、モニタ電池が電池モジュール内で最も劣化していることになるため、一次利用（電池モジュール）の余命を精度良く診断することができる。また、電池モジュールを解体して、各電池を二次利用する場

合には、最も劣化しているモニタ電池を基に各電池の寿命を決めることとなるために安全性を高めることが可能となる。

＜実施の形態４＞

以下に、モニタ電池を温度領域ごとに複数設置した場合について説明する。

本実施の形態と実施の形態３との違いは、モニタ用の電池を設置する位置およびその数であり、余寿命診断のための制御方法や装置構成は実施の形態３と同様である。

[0041] 実施の形態４では電池モジュールを電池使用時の温度分布に応じて複数の領域に分割し、各領域に対してモニタ用の電池を設置することにある。なお、ここで言う温度分布は、最高温度、最低温度、あるいはその中間温度などの数段階程度の温度区分を指すものとする。

[0042] 図９は、電池モジュールを中心部と外周部に分割して、それぞれにモニタ電池を設置した例を示したものである。ただし、電池モジュールの電池使用時の温度分布に関しては、例えばシミュレーションや熱センサーなどにより実際に測定することにより前もって知ることができる。

[0043] 前記したようにリチウムイオン二次電池の劣化は、電池が使用された温度プロファイルに大きく依存するため、電池モジュール内に温度分布が生じる場合には各々の領域で劣化を診断することにより、より精度良く一次利用（電池モジュール）の余命および二次利用時の寿命を診断することができる。

符号の説明

[0044] １０１：バッテリーコントローラー、
１０２：セルコントローラー、
１０３：モニタ用電池の劣化診断回路、
１０４：容量調整回路、
１０５：メモリ領域、
１０６：通信回路、
１０７a：セル選択制御回路、

- 1 0 7 b : セル選択回路、
- 1 0 8 : モニタ用電池電圧調整回路、
- 1 0 9 : 電源、
- 1 1 0 : 充放電実行回路、
- 1 1 1 : 電圧検出回路、
- 1 1 2 : 温度検出回路、
- 1 1 3 : 電池モジュール、
- 1 1 4 : 負荷、
- 1 1 5 : 劣化モニタ用電池（モニタ電池）、
- 1 1 6 : 電池アレイ、
- 3 0 7 : セル選択回路、
- 3 1 3 : 電池モジュール、
- 3 1 5 : 劣化モニタ用電池（モニタ電池）、
- 3 1 6 : 電池アレイ、
- 4 0 7 : セル選択回路、
- 4 1 3 : 電池モジュール、
- 4 1 5 : 劣化モニタ用電池（モニタ電池）、
- 4 1 6 : 電池アレイ。

請求の範囲

- [請求項1] 複数個の第1の二次電池を電氣的に直並列に接続して構成された電池アレイと、
前記第1の二次電池とは別な第2の二次電池を複数個具備し、
前記第2の二次電池は、前記電池アレイの寿命予測に供する電池であって、
前記電池アレイが実使用状態においては、前記複数個の第2の二次電池のそれぞれに互いに異なる電圧が一定に保たれて印加されていることを特徴とする二次電池モジュール。
- [請求項2] 前記複数の第2の二次電池に印加される一定の電圧の値は、前記第1の二次電池の実使用時における電圧範囲の最大電圧値と最小電圧値とを含むことを特徴とする請求項1に記載の二次電池モジュール。
- [請求項3] 前記第2の二次電池は、前記第1の二次電池を構成する部材仕様と同一仕様で構成された二次電池であることを特徴とする請求項1に記載の二次電池モジュール。
- [請求項4] 前記第2の二次電池は、前記第1の二次電池を構成する電極と、電解液と、セパレータとが同一仕様で構成される二次電池であって、前記第2の二次電池の電極面積を前記第1の二次電池の電極面積より小さくすることにより、前記第1の二次電池よりも容量を小さくしたことを特徴とする請求項1に記載の二次電池モジュール。
- [請求項5] 前記第1の二次電池は、温度をモニタリングする温度センサーを具備し、
前記第2の二次電池は、前記温度センサーで計測した温度の中で最も高温となる第1の二次電池に隣接して設置されていることを特徴とする請求項1に記載の二次電池モジュール。
- [請求項6] 前記第1および第2の二次電池は、リチウムイオン二次電池であることを特徴とする請求項1に記載の二次電池モジュール。
- [請求項7] 複数個の第1のリチウムイオン二次電池を電氣的に直並列に接続し

て構成された電池アレイと、前記第1のリチウムイオン二次電池とは別な複数個の第2のリチウムイオン二次電池とを具備してなる二次電池モジュールと、

前記二次電池モジュールに与える電圧の制御および検出を行う第1のコントローラーと、

前記第1のコントローラーと通信を介して情報の送受信を行う第2のコントローラーとを有するリチウムイオン二次電池の余寿命診断装置であって、

前記第1のコントローラーは、前記複数個の第2のリチウムイオン二次電池を一定の電圧値に保つように制御する電圧調整回路を具備し、

前記電圧調整回路は、前記電池アレイが実使用状態にある時、前記複数個の第2のリチウムイオン二次電池のそれぞれに互いに異なる電圧を一定に保ちながら印加すること特徴とするリチウムイオン二次電池の余寿命診断装置。

[請求項8]

前記第2のコントローラーは、情報を保持するメモリ領域と、前記第1のリチウムイオン二次電池の余寿命を診断する診断回路とを有し、

前記診断回路は、前記メモリ領域中の情報に基づいて、前記第2のリチウムイオン二次電池により前記第1のリチウムイオン二次電池の受けた熱負荷を抽出し該抽出した熱負荷と、前記第1のリチウムイオン二次電池を所定の条件で放電して得られた内部抵抗と、電極劣化比率とを用いて、前記前記第1のリチウムイオン二次電池の劣化状態を抽出して、前記第1のリチウムイオン二次電池の余寿命を診断することを特徴とする請求項7に記載のリチウムイオン二次電池の余寿命診断装置。

[請求項9]

複数個の第1のリチウムイオン二次電池を電氣的に直並列に接続して構成された電池アレイと前記第1のリチウムイオン二次電池とは別

なモニター用の複数個の第2のリチウムイオン二次電池とを具備してなる二次電池モジュールと、前記二次電池モジュールに与える電圧の制御および検出を行う第1のコントローラーと、前記第1のコントローラーと通信を介して情報の送受信を行う第2のコントローラーとを有する余寿命診断装置を用いたリチウムイオン二次電池の余寿命診断方法であって、

前記第1のコントローラーにより、互いに異なる電圧を一定に保ちながら印加された第2のリチウムイオン二次電池を前記電池アレイの実使用状態において計測し、

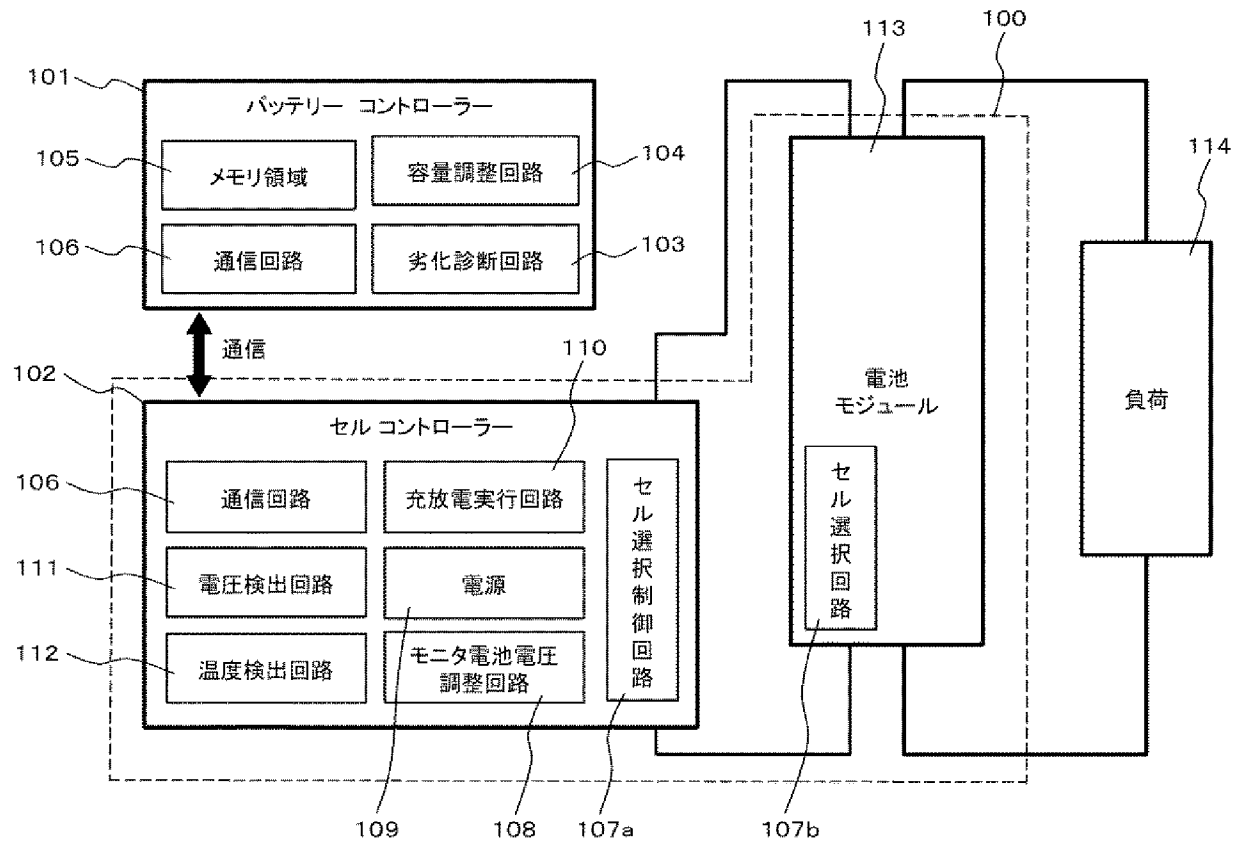
前記第2のコントローラーに具備する診断回路を用いて、前記電池アレイの実使用状態で計測した前記第2のリチウムイオン二次電池の計測値に基づいて、前記第1のリチウムイオン二次電池の受けた熱負荷を抽出し、

抽出した前記熱負荷と、前記第1のリチウムイオン二次電池を所定の条件で放電して得られた内部抵抗および電極劣化比率に係る事前取得データとを用いて前記第1のリチウムイオン二次電池の劣化状態を抽出することにより、

任意の充放電条件における前記第1のリチウムイオン二次電池の劣化による余寿命を算出することを特徴とするリチウムイオン二次電池の余寿命診断方法。

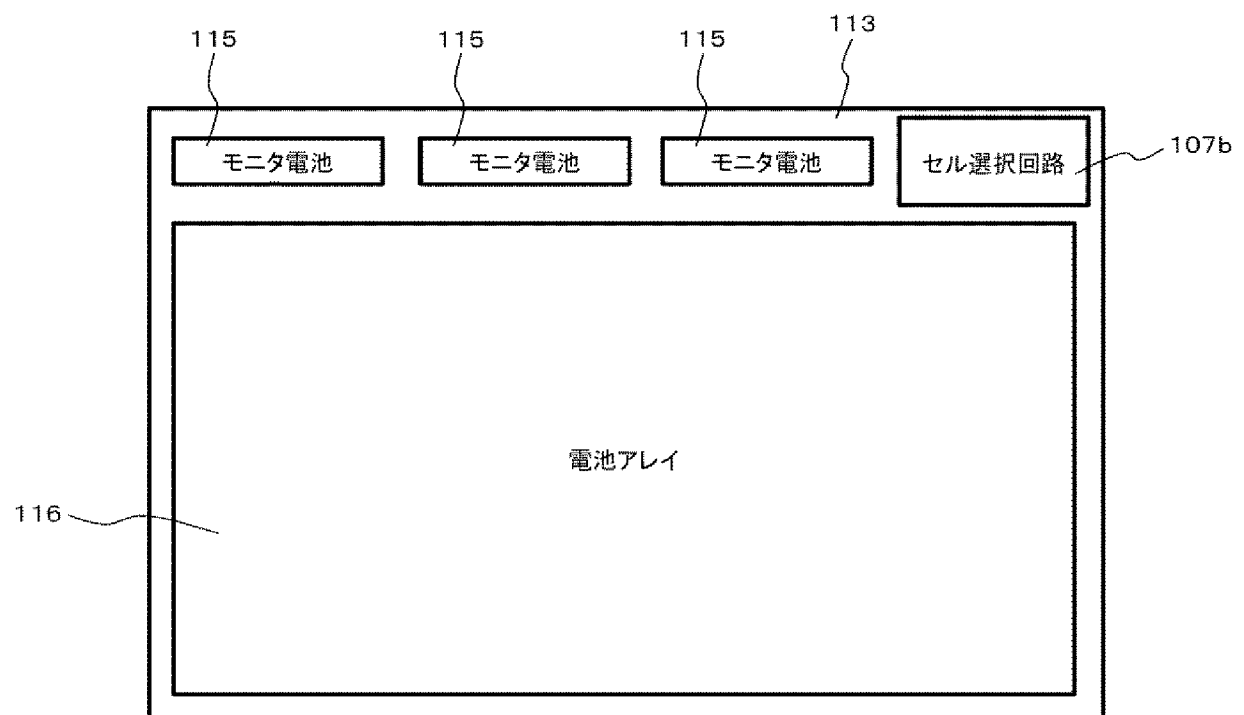
[図1]

図 1



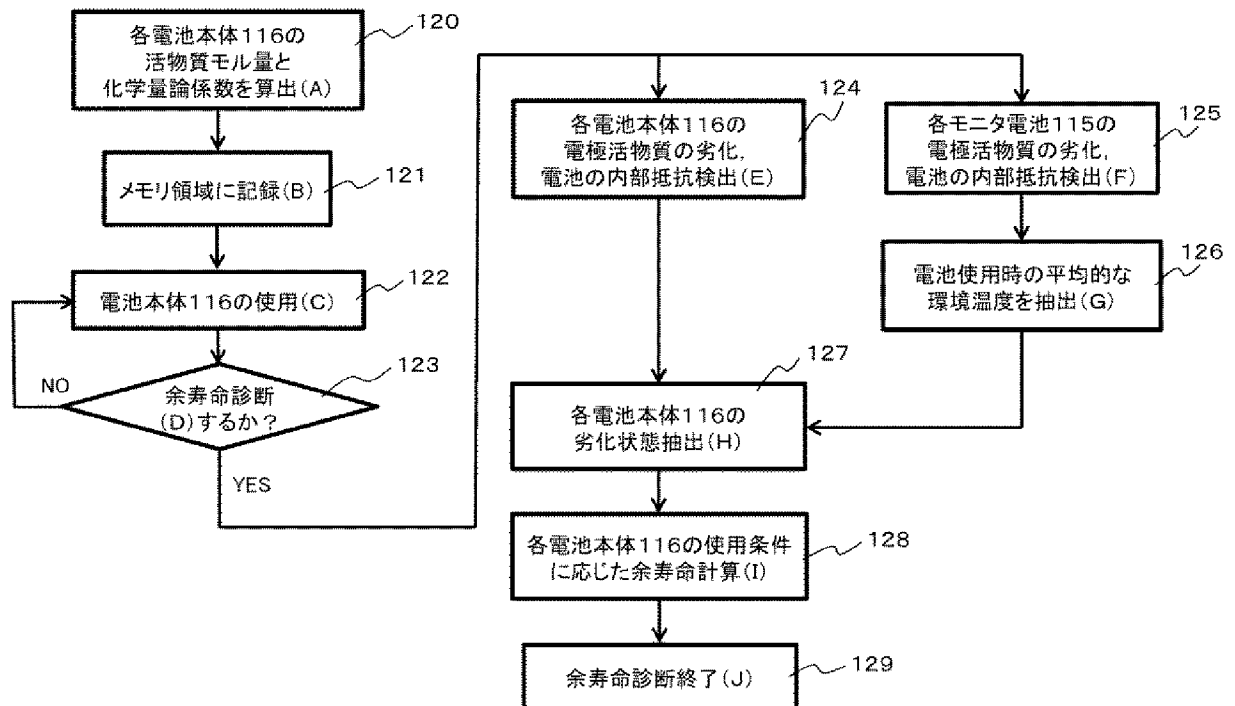
[図2]

図 2



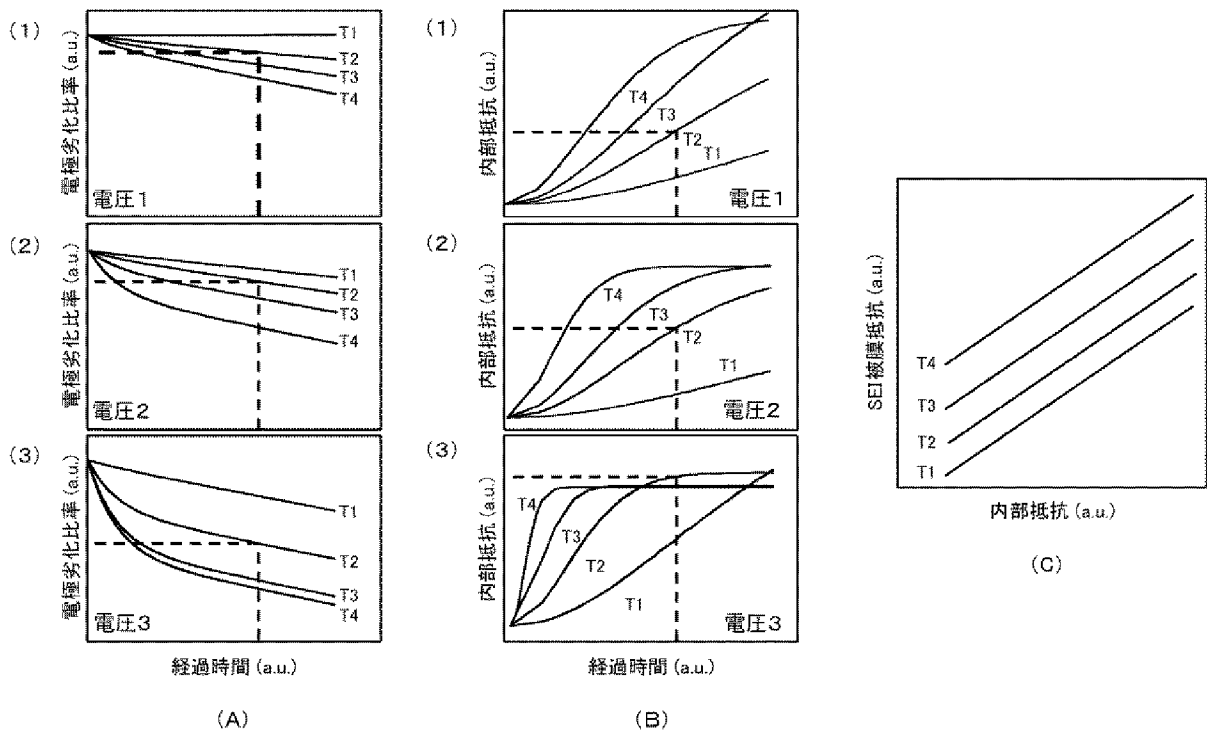
[図3]

図 3



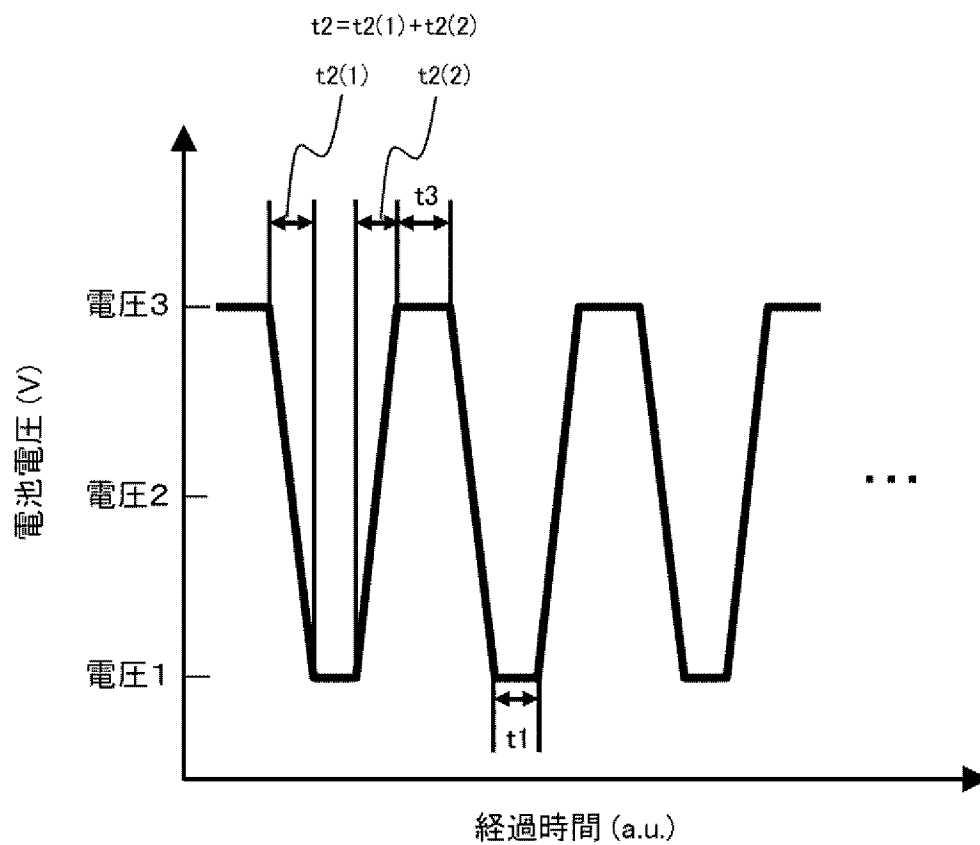
[図4]

図 4



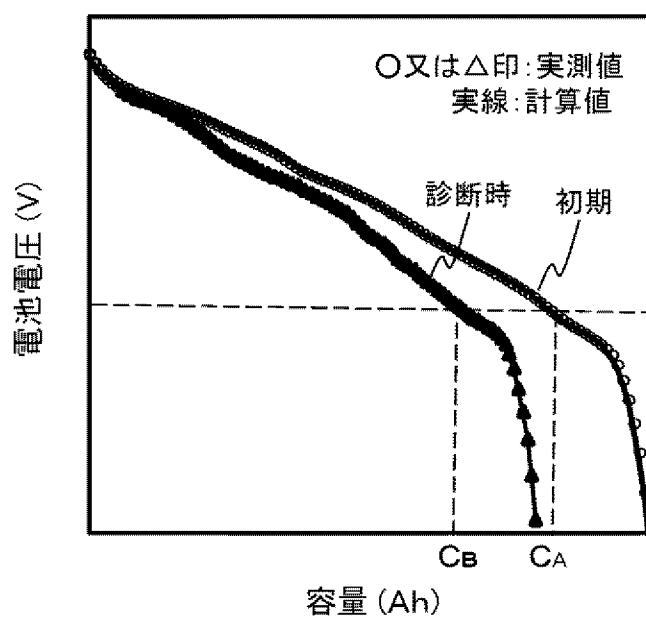
[図5]

図 5



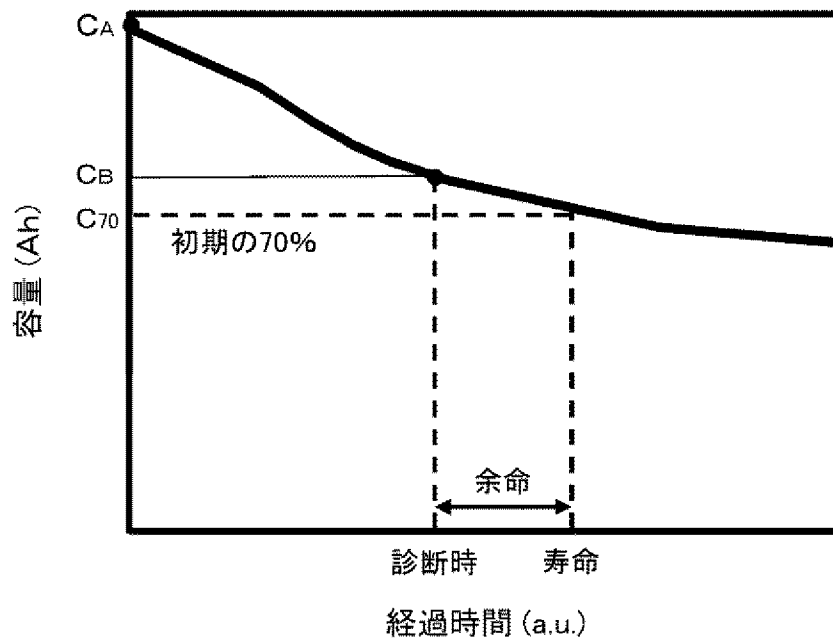
[図6]

図 6



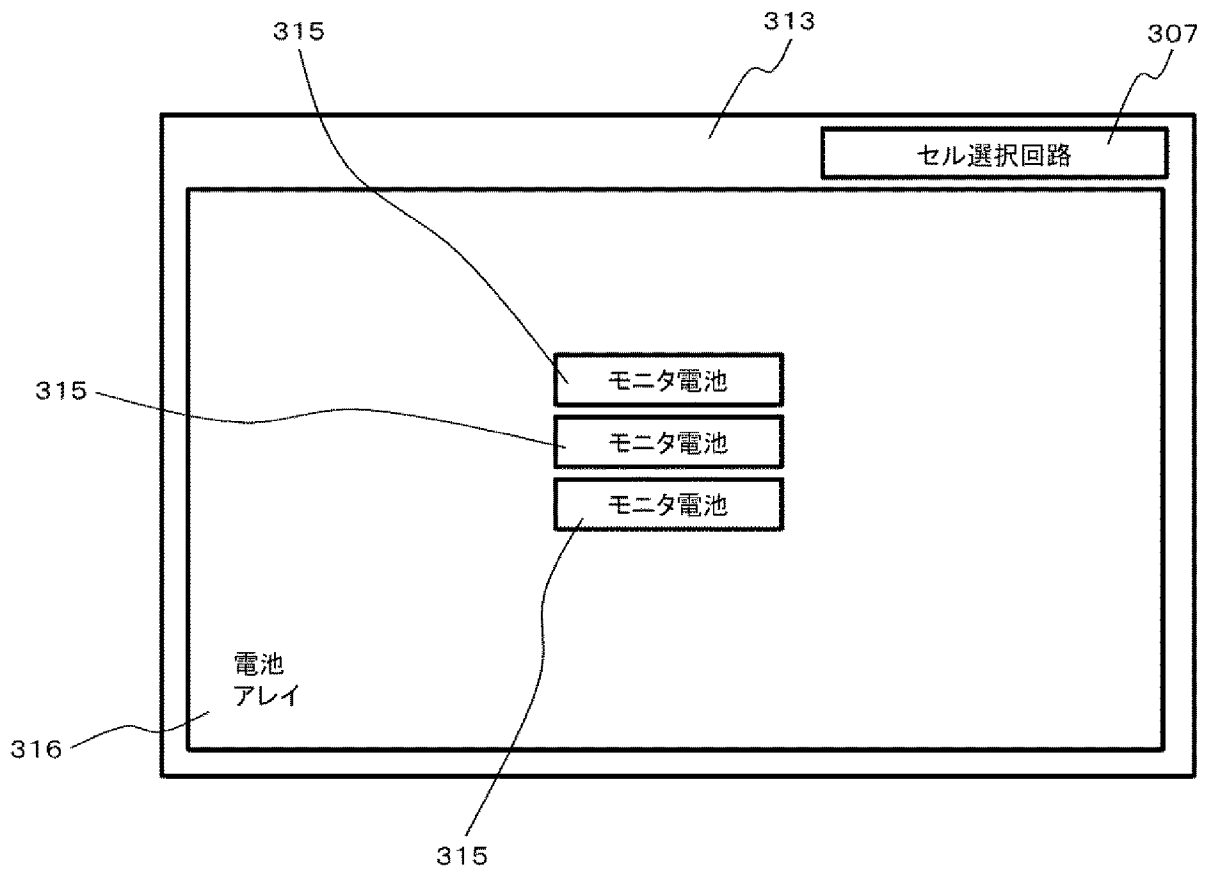
[図7]

図 7



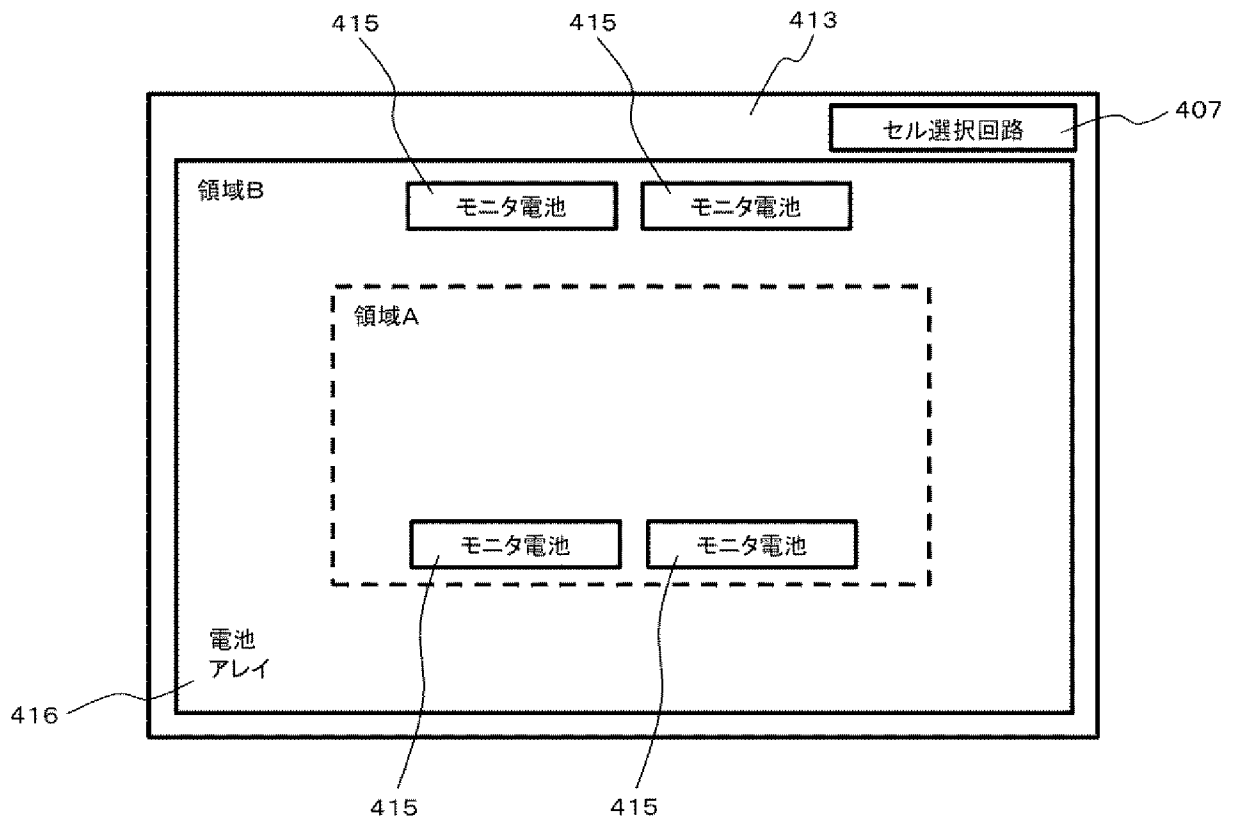
[図8]

図 8



[図9]

図 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/083358

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M10/48(2006.01)i, G01R31/36(2006.01)i, H02J7/00(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)

H01M10/48, G01R31/36, H02J7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-064682 A (Seiwa Electric Mfg. Co., Ltd.), 26 March 2009 (26.03.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2003-045387 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Toyota Motor Corp.), 14 February 2003 (14.02.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2003-009423 A (NEC System Technologies, Ltd.), 10 January 2003 (10.01.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

☐ 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 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
19 February, 2013 (19.02.13)Date of mailing of the international search report
05 March, 2013 (05.03.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01M10/48 (2006.01)i, G01R31/36 (2006.01)i, H02J7/00 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01M10/48, G01R31/36, H02J7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-064682 A (星和電機株式会社) 2009.03.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 9
A	JP 2003-045387 A (松下電器産業株式会社, トヨタ自動車株式会社) 2003.02.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 9
A	JP 2003-009423 A (エヌイーシーシステムテクノロジー株式会社) 2003.01.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 9

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 9 . 0 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮本 秀一

5 T

3 3 5 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 8