(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2019-192517
(P2019-192517A)
(43)公開日　令和1年10月31日(2019.10.31)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01M 10/48	(2006.01)	H01M	10/48	P	2G216
H01M 10/44	(2006.01)	H01M	10/44	P	5G503
G01R 31/36	(2019.01)	G01R	31/36	A	5H030
H02J 7/00	(2006.01)	H02J	7/00	X	

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 18 頁）

(21)出願番号　特願2018-84933(P2018-84933)
(22)出願日　平成30年4月26日(2018.4.26)

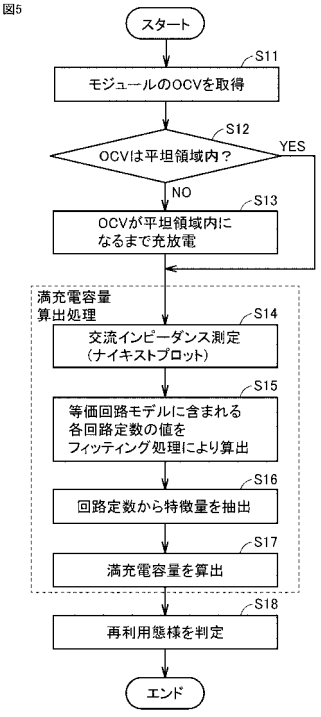
(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　110001195
特許業務法人深見特許事務所
(72)発明者　兒玉　和也
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

Ｆターム(参考)　2G216 AA03 AA08 AB01 AB05 BA42 BA61 BA63 BB21 BB22 CB12 CB13 CB15 CB34 CB41 CB52 CB55 CD00
5G503 AA01 BA01 BB01 CA08 CA11
5H030 AS08 BB01 BB21 FF41 FF43 FF44 FF51

(54)【発明の名称】電池情報処理システム、組電池、電池モジュールの容量算出方法、および、組電池の製造方法

(57)【要約】
【課題】電池モジュールの交流インピーダンス測定結果から当該電池モジュールの満充電容量を高精度に算出する。
【解決手段】電池情報処理システム２００は、モジュールMの満充電容量を算出する容量算出処理を実行するように構成された制御装置２６０を備える。容量算出処理は、モジュールMの交流インピーダンス測定結果がプロットされたナイキストプロットに対するフィッティング処理により算出されるフィッティング曲線Ｚ（Ｍ）に基づいてモジュールMの満充電容量Ｑ（Ｍ）を算出する処理である。モジュールMのＯＣＶ－ＳＯＣ曲線には、モジュールMのＳＯＣ増加量に対するＯＣＶ増加量である変化の割合が基準値を下回る平坦領域と、変化の割合が基準値を上回る急峻領域とが存在する。制御装置２６０は、電圧センサ２１０の検出結果からモジュールMのＯＣＶを推定し、推定されたＯＣＶが平坦領域内である場合に容量算出処理を実行する。
【選択図】図５

図5



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数のニッケル水素電池を含む電池モジュールの満充電容量を算出するための情報を処理する電池情報処理システムであって、
前記電池モジュールの電圧を検出する電圧センサと、
前記電池モジュールの満充電容量を算出する容量算出処理を実行するように構成された制御装置とを備え、
前記容量算出処理は、前記電池モジュールの交流インピーダンス測定結果がプロットされたナイキストプロットに対するフィッティング処理により算出されるフィッティング曲線に基づいて、前記電池モジュールの満充電容量を算出する処理であり、
前記電池モジュールのＯＣＶ－ＳＯＣ曲線には、前記電池モジュールのＳＯＣの増加量に対するＯＣＶの増加量である変化の割合が基準値を下回る平坦領域と、前記変化の割合が前記基準値を上回る急峻領域とが存在し、
前記制御装置は、前記電圧センサの検出結果から前記電池モジュールのＯＣＶを推定し、推定されたＯＣＶが前記平坦領域内である場合に前記容量算出処理を実行する、電池情報処理システム。
【請求項２】
前記フィッティング曲線から抽出可能な特徴量と前記満充電容量との間の相関関係が記憶された記憶装置をさらに備え、
前記制御装置は、前記フィッティング曲線から前記特徴量を抽出し、前記相関関係を参照することによって、抽出された特徴量から前記満充電容量を算出する処理である、請求項１に記載の電池情報処理システム。
【請求項３】
前記電池モジュールの充放電が可能に構成された充放電装置をさらに備え、
前記制御装置は、前記電圧センサの検出結果から推定されたＯＣＶが前記急峻領域内である場合には、前記電池モジュールのＯＣＶが前記平坦領域内になるように前記充放電装置を制御することによって前記容量算出処理を実行する、請求項１または２に記載の電池情報処理システム。
【請求項４】
請求項１～３のいずれか１項に記載の電池情報処理システムにより満充電容量が算出された前記電池モジュールを複数含んで構成される、組電池。
【請求項５】
複数のニッケル水素電池を含む電池モジュールの満充電容量を算出する、電池モジュールの容量算出方法であって、
前記電池モジュールのＯＣＶ－ＳＯＣ曲線には、前記電池モジュールのＳＯＣの増加量に対するＯＣＶの増加量である変化の割合が基準値を下回る平坦領域と、前記変化の割合が前記基準値を上回る急峻領域とが存在し、
前記電池モジュールの容量算出方法は、
電圧センサの検出結果から前記電池モジュールのＯＣＶを推定するステップと、
前記電池モジュールの交流インピーダンス測定結果がプロットされたナイキストプロットを取得するステップと、
前記推定するステップにおいて推定された前記電池モジュールのＯＣＶが前記平坦領域内である場合に、前記ナイキストプロットに対するフィッティング処理により算出されるフィッティング曲線に基づいて前記電池モジュールの満充電容量を算出するステップとを含む、電池モジュールの容量算出方法。
【請求項６】
組電池の製造方法であって、
複数のニッケル水素電池を含む電池モジュールのＯＣＶ－ＳＯＣ曲線には、前記電池モジュールのＳＯＣの増加量に対するＯＣＶの増加量である変化の割合が基準値を下回る平坦領域と、前記変化の割合が前記基準値を上回る急峻領域とが存在し、

前記組電池の製造方法は、
電圧センサの検出結果から前記電池モジュールのＯＣＶを推定するステップと、
前記電池モジュールの交流インピーダンス測定結果がプロットされたナイキストプロットを取得するステップと、
前記推定するステップにおいて推定された前記電池モジュールのＯＣＶが前記平坦領域内である場合に、前記ナイキストプロットに対するフィッティング処理により算出されるフィッティング曲線に基づいて前記電池モジュールの満充電容量を算出するステップと、
前記算出するステップにより満充電容量が算出された電池モジュールを複数用いて組電池を製造するステップとを含む、組電池の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、電池情報処理システム、組電池、電池モジュールの容量算出方法、および、組電池の製造方法に関し、より特定的には、複数のニッケル水素電池を含む電池モジュールの満充電容量を算出するための技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、組電池が搭載された電動車両（ハイブリッド車や電気自動車）の普及が進んでいる。これら電動車両の買い替え等に伴い、車載の組電池が回収される。回収される組電池の数量は、今後、急速に増加すると予想されている。
【０００３】
一般に、組電池は、時間の経過とともに、あるいは充放電の繰り返しとともに劣化し得るが、劣化の進行度合いは、回収された組電池毎に異なる。そのため、回収された組電池の特性を評価（劣化の進行度合いを診断）し、その評価結果に応じて組電池を再利用するための適切な処理を施すことが求められている。
【０００４】
二次電池の特性を評価する手法として交流インピーダンス測定法が公知である。たとえば特開２００３－３１７８１０号公報（特許文献１）には、交流インピーダンス測定法によって取得された二次電池の反応抵抗値に基づいて、二次電池における微小短絡の有無を判定する方法が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開２００３－３１７８１０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
一般に、車載用の組電池は複数の電池モジュールを含んで構成され、複数の電池モジュールの各々は複数の二次電池（セル）を含んで構成される。このような組電池の特性評価においては、以下のような手順をとることが考えられる。すなわち、回収された組電池から複数の電池モジュールを取り出し、各電池モジュールについて交流インピーダンスを測定する。そして、交流インピーダンス測定結果に基づいて、電池モジュール毎に再利用の態様（再利用の可否であってもよい）を判定する。
【０００７】
交流インピーダンス測定法では、所定範囲に含まれる周波数の交流信号が電池モジュールに順次印加され、そのときの電池モジュールの応答信号が測定される。印加された交流信号（印加信号）と測定された応答信号とから電池モジュールのインピーダンスの実数成分および虚数成分が算出され、その算出結果が複素平面上に離散的にプロットされる。この複素インピーダンスプロットは、ナイキストプロットとも呼ばれる。ナイキストプロットを解析することで、電池モジュールの特性を評価することができる。

【０００８】
この解析手法によって評価可能であり、かつ再利用に関連する電池モジュールの代表的な特性として、電池モジュールの満充電容量が挙げられる。たとえば、電池モジュールの満充電容量が判定値以上であれば、その電池モジュールは再利用（リビルド）可能と判定し、電池モジュールの満充電容量が判定値よりも低ければ、その電池モジュールは再利用不可能（材料リサイクルに回すべき）と判定することができる。
【０００９】
電池モジュールの満充電容量は、たとえば、満充電状態（ＳＯＣ（State Of Charge）＝１００％の状態）の電池モジュールを完全放電状態（ＳＯＣ＝０％の状態）まで放電させることによっても算出可能である。あるいは逆に、完全放電状態から満充電状態まで電池モジュールを充電してもよい。この手法では、満充電容量を高精度に算出可能であるものの、電池モジュールの充放電に長時間を要し得る。そのため、多数の電池モジュールの満充電容量を算出することが求められる場面では、所要時間の長さにおいて改善の余地がある。
【００１０】
これに対し、前述の解析手法を用いると、二次電池の充放電（大幅な充放電）が不要になるので、所要時間を短縮することができる。その一方で、この解析手法を用いる場合には、電池モジュールの満充電容量の算出精度を向上させることが求められる。満充電容量を高精度に算出することができれば、その電池モジュールの再利用態様（再利用可否）についても高精度に判定することが可能になる。
【００１１】
本開示は上記課題を解決するためになされたものであって、その目的は、電池モジュールの交流インピーダンス測定結果から当該電池モジュールの満充電容量を高精度に算出可能な技術を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【００１２】
（１）本開示のある局面に従う電池情報処理システムは、複数のニッケル水素電池を含む電池モジュールの満充電容量を算出するための情報を処理するシステムである。電池情報処理システムは、電池モジュールの電圧を検出する電圧センサと、電池モジュールの満充電容量を算出する容量算出処理を実行するように構成された制御装置とを備える。容量算出処理は、電池モジュールの交流インピーダンス測定結果がプロットされたナイキストプロットに対するフィッティング処理により算出されるフィッティング曲線に基づいて電池モジュールの満充電容量を算出する処理である。電池モジュールのＯＣＶ－ＳＯＣ曲線には、電池モジュールのＳＯＣの増加量に対する開回路電圧（ＯＣＶ：Open Circuit Voltage）の増加量である変化の割合が基準値を下回る平坦領域と、変化の割合が基準値を上回る急峻領域とが存在する。制御装置は、電圧センサの検出結果から電池モジュールのＯＣＶを推定し、推定されたＯＣＶが平坦領域内である場合に容量算出処理を実行する。
【００１３】
（２）好ましくは、電池情報処理システムは、フィッティング曲線から抽出可能な特徴量と満充電容量との間の相関関係が記憶された記憶装置をさらに備える。制御装置は、フィッティング曲線から特徴量を抽出し、相関関係を参照することによって、抽出された特徴量から満充電容量を算出する処理である。
【００１４】
上記（１），（２）の構成によれば、電池モジュールのＯＣＶが平坦領域内である場合に容量算出処理が実行される。詳細は後述するが、電池モジュールのＯＣＶが平坦領域内である場合には、ＯＣＶにかかわらず、電池モジュールの交流インピーダンスが、ほとんど変化しない。そのため、交流インピーダンス測定の対象となる電池モジュールのＯＣＶが様々な値であったとしても、ＯＣＶに依らない交流インピーダンス測定結果を取得することができる。言い換えると、電池モジュールのＯＣＶの差異に起因する交流インピーダンス測定結果のバラつきを低減することができる。よって、電池モジュールの満充電容量

を高精度に推定することができる。

【００１５】

（３）好ましくは、電池情報処理システムは、電池モジュールの充放電が可能に構成された充放電装置をさらに備える。制御装置は、電圧センサの検出結果から推定されたＯＣＶが急峻領域内である場合には、電池モジュールのＯＣＶが平坦領域内になるように充放電装置を制御することによって容量算出処理を実行する。

【００１６】

上記（３）の構成によれば、ＯＣＶが急峻領域内である場合であってもＯＣＶを平坦領域内することで、高精度に満充電容量を算出可能な容量算出処理を実行することができるようになる。

【００１７】

（４）本開示の他の局面に従う組電池は、上記電池情報処理システムにより満充電容量が算出された電池モジュールを複数含んで構成される。

【００１８】

上記（４）の構成によれば、上記（１）～（３）の構成により満充電容量が高精度に算出された電池モジュールにより組電池が構成される。よって、たとえば、電池モジュール間の満充電容量のバラつきが小さい組電池を提供することが可能になる。

【００１９】

（５）本開示のさらに他の局面に従う電池モジュールの容量算出方法は、複数のニッケル水素電池を含む電池モジュールの満充電容量を算出する。電池モジュールのＯＣＶ－ＳＯＣ曲線には、電池モジュールのＳＯＣの増加量に対するＯＣＶの増加量である変化の割合が基準値を下回る平坦領域と、変化の割合が基準値を上回る急峻領域とが存在する。電池モジュールの容量算出方法は、電圧センサの検出結果から電池モジュールのＯＣＶを推定するステップと、電池モジュールの交流インピーダンス測定結果がプロットされたナイキストプロットを取得するステップと、推定するステップにおいて推定された電池モジュールのＯＣＶが平坦領域内である場合に、ナイキストプロットに対するフィッティング処理により算出されるフィッティング曲線に基づいて電池モジュールの満充電容量を算出するステップとを含む。

【００２０】

上記（５）の方法によれば、上記（１）の構成と同様に、電池モジュールの交流インピーダンス測定結果を適切に解析して電池モジュールの満充電容量を高精度に算出することができる。

【００２１】

（６）本開示のさらに他の局面に組電池の製造方法は、第１～第４のステップを含む。複数のニッケル水素電池を含む電池モジュールのＯＣＶ－ＳＯＣ曲線には、電池モジュールのＳＯＣの増加量に対するＯＣＶの増加量である変化の割合が基準値を下回る平坦領域と、変化の割合が基準値を上回る急峻領域とが存在する。第１のステップは、電圧センサの検出結果から電池モジュールのＯＣＶを推定するステップである。第２のステップは、電池モジュールの交流インピーダンス測定結果がプロットされたナイキストプロットを取得するステップである。第３のステップは、推定するステップ（第１のステップ）において推定された電池モジュールのＯＣＶが平坦領域内である場合に、ナイキストプロットに対するフィッティング処理により算出されるフィッティング曲線に基づいて電池モジュールの満充電容量を算出するステップである。第４のステップは、算出するステップ（第３のステップ）により満充電容量が算出された電池モジュールを複数用いて組電池を製造するステップである。

【００２２】

上記（６）の製造方法によれば、上記（４）の構成と同様に、高精度に算出された電池モジュールを用いて組電池を製造することができる。

【発明の効果】

【００２３】

本開示によれば、電池モジュールの交流インピーダンス測定結果から当該電池モジュールの満充電容量を高精度に算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２４】

【図１】本実施の形態における組電池の回収から製造・販売までの物流の一態様を示す図である。

【図２】図１に示した電池物流モデルにおける処理の流れを示すフローチャートである。

【図３】図１に示した電池物流モデルに適用される電池管理システムの構成例を示す図である。

【図４】電池情報処理システムの構成を示す図である。

【図５】本実施の形態におけるモジュールの再利用態様の判定処理を示すフローチャートである。

【図６】モジュールの平坦領域を説明するための図である。

【図７】モジュールのＳＯＣが交流インピーダンスに及ぼす影響を説明するための図である。

【図８】モジュールの交流インピーダンス測定結果のナイキストプロットの一例を示す図である。

【図９】本実施の形態におけるモジュールの等価回路モデルを示す図である。

【図１０】図９に示す等価回路モデルに含まれる回路定数を説明するための図である。

【図１１】図８に示したモジュールの交流インピーダンス測定結果のフィッティング処理により得られるインピーダンス曲線を説明するための図である。

【図１２】本実施の形態におけるモジュールの満充電容量の算出精度を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【００２５】

以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【００２６】

本開示において、組電池は、複数の電池モジュール（以下、「モジュール」と略す）を含んで構成される。複数のモジュールは、直列接続されていてもよいし、互いに並列に接続されていてもよい。複数のモジュールの各々は、直列に接続された複数の二次電池（以下、二次電池を「セル」と記載する）を含む。

【００２７】

本開示において、組電池の「製造」とは、組電池を構成する複数のモジュールのうちの少なくとも一部を別のモジュール（交換用モジュール）に交換して組電池を製造することを意味する。交換用モジュールは、基本的には、回収された組電池から取り出された再利用可能なモジュールであるが、新品のモジュールであってもよい。

【００２８】

一般に、組電池の「再利用」は、リユース、リビルドおよびリサイクルに大別される。リユースの場合、回収された組電池は、必要な出荷検査を経て、そのままリユース品として出荷される。リビルトの場合、回収された組電池は、たとえば一旦、モジュール（セルであってもよい）に分解される。そして、分解されたモジュールのうち、性能回復後に利用可能となるモジュール（そのままで利用可能なモジュールであってもよい）が組み合わされ、新たな組電池が製造される。新たに製造された組電池は、出荷検査を経て、リビルト品として出荷される。これに対し、リサイクル（材料リサイクル）では、各モジュール（各セル）から再生可能な材料が取り出され、回収された組電池が他の組電池として使用されることはない。

【００２９】

以下に説明する実施の形態においては、車両から回収された組電池は、一旦モジュールに分解された後、モジュール単位で性能検査が行なわれる。性能検査の結果、再利用可能

と判定されたモジュールから組電池が製造される。したがって、以下では、再利用が可能なモジュールとは、リビルトが可能なモジュールを意味する。しかしながら、組電池の構成によっては、組電池をモジュールに分解することなく、組電池のまま性能検査を行なうことも可能である。そのような場合の「再利用」は、リユースおよびリビルドの両方を包含し得る。

【００３０】

また、本実施の形態において、各セルは、ニッケル水素電池である。より具体的には、正極は、水酸化ニッケル（Ｎｉ（ＯＨ）$_2$）にコバルト酸化物の添加剤を加えたものである。負極は、水素吸蔵合金（ニッケル系合金であるＭｎＮｉ５系）である。電解液は、水酸化カリウム（ＫＯＨ）である。しかし、これは具体的なセル構成の例示に過ぎず、本開示が適用可能なセル構成は、これに限定されるものではない。

【００３１】

［実施の形態］

＜電池物流モデル＞

図１は、本実施の形態における組電池の回収から製造・販売までの物流の一態様を示す図である。以下では、図１に示される物流の態様を「電池物流モデル」と称する。図２は、図１に示した電池物流モデルにおける処理の流れを示すフローチャートである。

【００３２】

図１および図２を参照して、この電池物流モデルでは、組電池が搭載された複数の車両から使用済みの組電池が回収され、回収された組電池に含まれる再利用可能なモジュールを用いて組電池が製造・販売される。そして、あるユーザの車両９０に搭載された組電池が交換される。

【００３３】

回収業者１０は、車両９１～９３から使用済みの組電池を回収する。車両９１，９２，９３には、組電池９１０，９２０，９３０がそれぞれ搭載されている。なお、図１では、紙面の都合上、３台の車両のみを示すが、実際には、より多くの車両から組電池が回収される。回収業者１０は、回収された組電池を分解し、組電池から複数のモジュールを取り出す（ステップＳ１、以下、ステップを「Ｓ」と略す）。

【００３４】

この電池物流モデルでは、モジュール毎に当該モジュールを特定するための識別情報（ＩＤ）が付与されており、各モジュールの情報が管理サーバ８０によって管理されている。そのため、回収業者１０は、組電池から取り出された各モジュールのＩＤを、端末７１（図３参照）を用いて管理サーバ８０へ送信する。

【００３５】

検査業者２０は、回収業者１０によって回収された各モジュールの性能検査を行なう（Ｓ２）。具体的には、検査業者２０は、回収されたモジュールの特性を検査する。たとえば、検査業者２０は、満充電容量、抵抗値、ＯＣＶ、ＳＯＣ等の電気的特性を検査する。そして、検査業者２０は、検査結果に基づいて、再利用可能なモジュールと再利用不可能なモジュールとを分別し、再利用可能なモジュールについては性能回復業者３０へ引き渡し、再利用不可能なモジュールについてはリサイクル業者６０へ引き渡す。なお、各モジュールの検査結果は、検査業者２０の端末７２（図３参照）を用いて管理サーバ８０へ送信される。

【００３６】

性能回復業者３０は、検査業者２０によって再利用可能とされたモジュールの性能を回復させるための処理を行なう（Ｓ３）。一例として、性能回復業者３０は、過充電状態までモジュールを充電することによって当該モジュールの満充電容量を回復させる。ただし、検査業者２０による検査において性能低下が小さいと判断されたモジュールについては、性能回復業者３０による性能回復処理を省略してもよい。各モジュールの性能回復結果は、性能回復業者３０の端末７３（図３参照）を用いて管理サーバ８０へ送信される。

【００３７】

製造業者４０は、性能回復業者３０によって性能が回復されたモジュールを用いて組電池を製造する（Ｓ４）。本実施の形態では、組電池を製造するための情報（組立情報）が管理サーバ８０において生成され、製造業者４０の端末７４（図３参照）へ送信される。製造業者４０は、その組立情報に従って、車両９０の組電池に含まれるモジュールを交換して、車両９０の組電池を製造（リビルド）する。

【００３８】

販売店５０は、製造業者４０によって製造された組電池を車両用として販売したり、住宅等で利用可能な定置用として販売したりする（Ｓ５）。本実施の形態では、車両９０が販売店５０に持ち込まれ、販売店５０において、車両９０の組電池が製造業者４０により製造されたリユース品またはリビルド品に交換される。

【００３９】

リサイクル業者６０は、検査業者２０によって再利用不可能とされたモジュールを解体し、新たなセルやその他製品の原料として利用するための再資源化を行なう。

【００４０】

なお、図１では、回収業者１０、検査業者２０、性能回復業者３０、製造業者４０および販売店５０は、互いに異なる業者としたが、業者の区分はこれに限定されるものではない。たとえば、検査業者２０と性能回復業者３０とが一の業者であってもよい。あるいは、回収業者１０は、組電池を回収する業者と、回収された組電池を解体する業者とに分かれていてもよい。また、各業者および販売店の拠点は、特に限定されるものではない。各業者および販売店の拠点は別々であってもよいし、複数の業者あるいは販売店が同一拠点にあってもよい。

【００４１】

図３は、図１に示した電池物流モデルに適用される電池管理システムの構成例を示す図である。図３を参照して、電池管理システム１００は、端末７１～７５と、管理サーバ８０と、通信ネットワーク８１と、基地局８２とを備える。

【００４２】

端末７１は、回収業者１０の端末である。端末７２は、検査業者２０の端末である。端末７３は、性能回復業者３０の端末である。端末７４は、製造業者４０の端末である。端末７５は、販売店５０の端末である。

【００４３】

管理サーバ８０と各端末７１～７５とは、インターネットまたは電話回線等である通信ネットワーク８１を介して互いに通信可能に構成されている。通信ネットワーク８１の基地局８２は、車両９０と無線通信によって情報の授受が可能に構成されている。

【００４４】

検査業者２０には、各モジュールの交流インピーダンスを測定し、その測定結果に当該モジュールの再利用態様（リビルド、リサイクル）を判定するための電池情報処理システム２００が設置されている。電池情報処理システム２００により判定されたモジュールの再利用態様は、たとえば端末７２を介して管理サーバ８０に送信される。

【００４５】

以下では、車両９１から取り出された組電池９１０に含まれる複数のモジュールのうち、あるモジュール（「モジュールＭ」と記載する）の再利用態様を電池情報処理システム２００により判定する状況について説明する。モジュールＭの代表的な特性として、モジュールＭの満充電容量を評価する例を説明するが、満充電容量以外のモジュールの特性（たとえば内部抵抗）を評価してもよい。

【００４６】

＜電池情報処理システムの構成＞

図４は、電池情報処理システム２００の構成を示す図である。電池情報処理システム２００は、電圧センサ２１０と、電力変換装置２２０と、測定装置２３０と、曲線記憶装置２４０と、相関関係記憶装置２５０と、制御装置２６０と、表示装置２７０とを備える。これらの装置は互いに独立した装置として構成されていてもよいし、複数の装置を１台の

装置としてまとめて構成されていてもよい。
【００４７】
電圧センサ２１０は、モジュールＭの閉回路電圧（ＣＣＶ：Closed Circuit Voltage）を検出し、その検出結果を制御装置２６０に出力する。
【００４８】
電力変換装置２２０は、たとえばＤＣ／ＤＣコンバータまたはＡＣ／ＤＣコンバータであって、制御装置２６０からの制御指令に従ってモジュールＭの電力変換を行なう。より具体的には、電力変換装置２２０には、図示しない電源または負荷が電気的に接続されている。電力変換装置２２０は、電源から供給される電力によりモジュールＭを充電したり、モジュールＭに蓄えられた電力を負荷に放電させたりすることが可能に構成されている。電力変換装置２２０は、本開示に係る「充放電装置」に相当する。
【００４９】
測定装置２３０は、モジュールＭの交流インピーダンスを測定し、その測定結果を示すナイキプロットを制御装置２６０に出力する。より具体的には、測定装置２３０は、発振器２３１と、ポテンショスタット２３２と、ロックインアンプ２３３と、プロット部２３４とを含む。
【００５０】
発振器２３１は、ポテンショスタット２３２とロックインアンプ２３３とに同位相の正弦波を出力する。
【００５１】
ポテンショスタット２３２は、発振器２３１からの正弦波と同位相の交流電圧（たとえば振幅が１０ｍＶ程度の電圧）に所定の直流電圧を重ね合わせることで印加信号を生成し、生成された印加信号をモジュールＭに印加する。そして、ポテンショスタット２３２は、モジュールＭを流れる電流を検出し、その検出結果をモジュールＭからの応答信号としてロックインアンプ２３３に出力する。また、ポテンショスタット２３２は、印加信号と応答信号とをプロット部２３４に出力する。
【００５２】
ロックインアンプ２３３は、発振器２３１から受けた正弦波の位相と、ポテンショスタット２３２により検出された応答信号の位相とを比較し、その比較結果（正弦波と応答信号との位相差）をプロット部２３４に出力する。
【００５３】
プロット部２３４は、ポテンショスタット２３２からの信号（印加信号と応答信号との振幅比を示す信号）と、ロックインアンプ２３３からの信号（印加信号と応答信号との位相差を示す信号）とに基づいて、モジュールＭの交流インピーダンス測定結果を複素平面上にプロットする。より具体的には、発振器２３１から出力される正弦波の周波数が所定の周波数範囲で掃引され、ポテンショスタット２３２およびロックインアンプ２３３による前述の処理が繰り返し実行される。これにより、正弦波の各周波数について、モジュールＭの交流インピーダンス測定結果が複素平面上にプロットされることとなる。このプロットは、ナイキストプロットと呼ばれる（コールコールプロットと呼ばれる場合もある）。モジュールＭのナイキストプロットは、制御装置２６０に出力される。
【００５４】
なお、測定装置２３０の構成は、図４に示した構成に限定されるものではない。たとえば交流電圧をモジュールＭに印加し、そのときにモジュールＭを流れる電流を検出すると説明したが、ポテンショスタット２３２は、モジュールＭに交流電流を印加したときの電圧応答を検出してもよい。また、測定装置２３０は、ロックインアンプ２３３に代えて周波数応答解析器（図示せず）を含んでもよい。
【００５５】
さらに、交流インピーダンス測定手法としては以下の手法も採用可能である。すなわち、所定の周波数範囲内の様々な周波数成分を含む印加信号（電圧信号および電流信号のうちの一方）を生成し、その印加信号の印加時の応答信号（電圧信号および電流信号のうち

の他方）を検出する。印加信号および応答信号の各々に高速フーリエ変換（ＦＦＴ：Fast Fourier Transform）を施して周波数分解することで、周波数毎に交流インピーダンスを算出する。このような手法によりナイキストプロットを作成することも可能である。

【００５６】

詳細については以下で図５～図１１を参照しながら説明するが、本実施の形態においては、モジュールＭの交流インピーダンスの周波数特性を示す等価回路モデルを構築することによって、モジュールＭの満充電容量Ｑ（Ｍ）を算出する。より具体的には、まず、等価回路モデルに含まれる複数の回路定数（モデルパラメータ）を用いた所定の式（以下で説明するインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）として表される式）により、モジュールＭの合成インピーダンスを表現する。そして、ナイキストプロット上に示される離散的な実測データに対する誤差が十分に小さくなるように、インピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）のフィッティング処理を行なう。これにより、モジュールＭの合成インピーダンスを決定付ける各回路定数の値が算出される。

【００５７】

さらに、予め定められた演算式に従って、モジュールＭのインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）から特徴量Ｆ（Ｍ）を抽出する。本発明者らの事前実験により、特徴量Ｆとモジュールの満充電容量Ｑとの間に存在する相関関係が求められている。よって、モジュールＭのインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）から特徴量Ｆ（Ｍ）を抽出し、特徴量Ｆと満充電容量Ｑとの間の相関関係を参照することによって、モジュールＭの特徴量Ｆ（Ｍ）からモジュールＭの満充電容量Ｑ（Ｍ）を算出することができる。

【００５８】

曲線記憶装置２４０には、インピーダンス曲線Ｚが記憶されている。インピーダンス曲線Ｚに含まれる回路定数（図９参照）の値としては、予め定められた初期値が設定されている。曲線記憶装置２４０は、制御装置２６０からの要求に応じて、回路定数に初期値が設定されたインピーダンス曲線Ｚを制御装置２６０に出力する。

【００５９】

相関関係記憶装置２５０には、モジュールの特徴量Ｆと満充電容量Ｑとの間の相関関係が、たとえば関数、関係式、マップまたはテーブルとして記憶されている。相関関係記憶装置２５０は、制御装置２６０により参照される。なお、相関関係記憶装置２５０は、本開示に係る「記憶装置」に相当する。

【００６０】

制御装置２６０は、いずれも図示しないが、たとえば、ＣＰＵ（Central Processing Unit）と、メモリと、入出力ポートとを含んで構成されるマイクロコンピュータであり、測定装置２３０により取得されたモジュールＭのナイキストプロットを解析する。より具体的には、制御装置２６０は、条件判定部２６１と、制御部２６２と、フィッティング処理部２６３と、特徴量抽出部２６４と、満充電容量算出部２６５と、再利用判定部２６６とを含む。

【００６１】

条件判定部２６１は、電圧センサ２１０の検出結果を受けると、所定の条件が成立しているか否かを判定する。この条件については図５～図７にて詳細に説明する。条件判定部２６１による判定結果は、制御部２６２およびフィッティング処理部２６３に出力される。

【００６２】

制御部２６２は、条件判定部２６１の判定結果に応じた制御指令を電力変換装置２２０に出力することによって、モジュールＭの充放電を制御する。この制御についても後述する。

【００６３】

フィッティング処理部２６３は、曲線記憶装置２４０に記憶されたインピーダンス曲線Ｚを読み出し、プロット部２３４によるナイキストプロットに最もよく当てはまるように、インピーダンス曲線Ｚのフィッティング処理（曲線回帰）を行なう。これにより、イン

ピーダンス曲線Ｚに含まれる複数の回路定数（後述）の値が算出され、モジュールＭのインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）が特定される。特定されたインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）は、特徴量抽出部２６４に出力される。

【００６４】

特徴量抽出部２６４は、インピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）に所定の演算を施すことにより、モジュールＭのインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）から特徴量Ｆ（Ｍ）を抽出する。抽出された特徴量Ｆ（Ｍ）は、満充電容量算出部２６５に出力される。

【００６５】

満充電容量算出部２６５は、相関関係記憶装置２５０に格納された特徴量Ｆと満充電容量との間の相関関係を参照することによって、モジュールＭの特徴量Ｆ（Ｍ）に対応する満充電容量を算出する。算出された満充電容量Ｑ（Ｍ）は、再利用判定部２６６に出力される。

【００６６】

再利用判定部２６６は、モジュールＭの満充電容量Ｑ（Ｍ）に応じてモジュールＭの再利用態様（リビルドまたは材料リサイクル）を判定する。再利用判定部２６６は、モジュールＭの再利用の可否を判定してもよい。再利用判定部２６６による判定結果は、制御装置２６０に出力される。

【００６７】

表示装置２７０は、たとえば液晶ディスプレイなどにより実現され、再利用判定部２６６による判定結果を表示する。これにより、検査業者は、モジュールＭに対してどのような処理を施すべきかを知ることができる。

【００６８】

＜再利用態様の判定フロー＞

続いて、モジュールＭの再利用態様を判定するための処理フローについて詳細に説明する。

【００６９】

図５は、本実施の形態におけるモジュールＭの再利用態様の判定処理を示すフローチャートである。このフローチャートは、たとえば、検査業者が電池情報処理システム２００にモジュールＭを設置した上で、図示しない操作部（開始ボタンなど）を操作した場合に電池情報処理システム２００により実行される。

【００７０】

なお、以下では、各処理の実行主体としての電池情報処理システム２００の構成要素（測定装置２３０のプロット部２３４や制御装置２６０のフィッティング処理部２６３など）を特に区別せず、包括的に「処理装置２００」と記載する。各ステップは、基本的には処理装置２００によるソフトウェア処理により実現されるが、その一部または全部が処理装置２００内に作製されたハードウェア（電気回路）により実現されてもよい。

【００７１】

Ｓ１１において、処理装置２００は、モジュールＭのＯＣＶを取得する。より詳細には、処理装置２００は、充放電されずに所定期間（たとえば数十分間以上）放置され、それにより分極が解消されたモジュールＭの電圧（ＣＣＶ）を電圧センサ２１０から取得する。処理装置２００は、このようにして取得された値をモジュールＭのＯＣＶとすることができる。

【００７２】

Ｓ１２において、処理装置２００は、Ｓ１１にて取得されたモジュールＭのＯＣＶが予め定められたＯＣＶ領域である「平坦領域」内であるか否かを判定する。

【００７３】

図６は、モジュールの平坦領域を説明するための図である。図６において、横軸はモジュールのＳＯＣを示し、縦軸はモジュールのＯＣＶを示す。

【００７４】

図６に示すように、モジュールのＯＣＶ－ＳＯＣ曲線には、平坦領域および急峻領域が

存在する。平坦領域とは、モジュールのＳＯＣの増加量に対するＯＣＶの増加量である変化の割合（曲線に引かれた接線の傾き）が基準値以下であるＯＣＶ領域である。一方、平坦領域とは、上記変化の割合が基準値よりも高いＯＣＶ領域である。図６に示す例では、Ｖ１≦ＯＣＶ≦Ｖ２で表されるＯＣＶ領域が平坦領域であり、それ以外のＯＣＶ領域（ＯＣＶ＜Ｖ１またはＶ２＜ＯＣＶで表される領域）が急峻領域である。

【００７５】

なお、モジュールのＯＣＶ－ＳＯＣ曲線は単調に増加し、かつ、モジュールのＯＣＶとＳＯＣとの間には１対１の対応関係が存在する。したがって、ＯＣＶに代えてＳＯＣを用いて、Ｓ１≦ＳＯＣ≦Ｓ２で表されるＳＯＣ領域を平坦領域とし、それ以外（０≦ＳＯＣ＜Ｓ１，Ｓ２＜ＳＯＣ≦１００）のＳＯＣ領域を急峻領域としてもよい。

【００７６】

図７は、モジュールのＳＯＣが交流インピーダンスに及ぼす影響を説明するための図である。図７において、横軸は、ある周波数におけるモジュールの交流インピーダンスを示す。縦軸は、モジュールのＳＯＣを示す。なお、ＳＯＣとＯＣＶとの対応関係に鑑み、縦軸をモジュールのＯＣＶと読み替えてもよい。

【００７７】

図７には、ＳＯＣ＝０％のときの交流インピーダンスと、ＳＯＣ＝３０％のときの交流インピーダンスと、ＳＯＣ＝６０％のときの交流インピーダンスとが示されている。なお、図中に示された各交流インピーダンスに付された横棒は、交流インピーダンスの最大値と最小値とを示す。白丸は、交流インピーダンスの平均値を示す。

【００７８】

図７に示す例では、ＳＯＣ＝０％は急峻領域内であり、ＳＯＣ＝３０％，６０％の各々は平坦領域内である。いずれも平坦領域内であるＳＯＣ＝３０％に対応するインピーダンスＺ３０と、ＳＯＣ＝６０％に対応するインピーダンスＺ６０との差（ΔＺ１で示す）は、比較的小さい。これに対し、急峻領域内であるＳＯＣ＝０％に対応するインピーダンスＺ０と、インピーダンスＺ３０との差（ΔＺ２で示す）は、ΔＺ１よりも大きい。このことは、ＳＯＣ（ＯＣＶと読み替えてもよい）が平坦領域内であれば交流インピーダンスはほぼ一定であるが、ＳＯＣが急峻領域内になると、ＳＯＣ変化に伴う交流インピーダンスの変化が相対的に大きくなることを表している。

【００７９】

このような交流インピーダンスのＯＣＶ依存性（ＳＯＣ依存性）に起因して、本発明者らは、モジュールＭのＯＣＶ（ＳＯＣであってもよい）が平坦領域内であるとの条件が成立する場合にモジュールＭの満充電容量の算出精度が向上するとの知見を得た。この知見に基づき、処理装置２００は、モジュールＭのＯＣＶが平坦領域（図６では、Ｖ１≦ＯＣＶ≦Ｖ２の領域）内であるか否かを判定する。

【００８０】

図５に戻り、モジュールＭのＯＣＶが平坦領域内でない場合、すなわち、モジュールＭのＯＣＶが急峻領域内である場合（Ｓ１２においてＮＯ）、処理装置２００は、電力変換装置２２０を制御することによって、モジュールＭのＯＣＶが平坦領域内になるまでモジュールＭを充放電させる（Ｓ１３）。なお、モジュールＭのＯＣＶが平坦領域内である場合（Ｓ１２においてＹＥＳ）には、Ｓ１３の処理はスキップされる。

【００８１】

その後、Ｓ１４において、処理装置２００は、モジュールＭの交流インピーダンスを測定し、その測定結果からナイキストプロットを取得する。交流インピーダンスの測定手法については、図４にて測定装置２３０の構成を説明する際に詳細に説明したため、ここでの説明は繰り返さない。

【００８２】

図８は、モジュールＭの交流インピーダンス測定結果のナイキストプロットの一例を示す図である。図８および後述する図１１において、横軸はモジュールＭの複素インピーダンスの実数成分Z_{Re}を示し、縦軸はモジュールＭの複素インピーダンスの虚数成分－Ｚ

Ｉｍを示す。
【００８３】
図８には、印加信号の周波数を１００ｍＨｚ～１ｋＨの範囲で掃引した場合の交流インピーダンス測定結果の一例が示されている。図８に示すように、ナイキストプロットは、印加信号の周波数に応じたモジュールＭの交流インピーダンス測定結果が離散的な値として複素平面上にプロットされたものである。
【００８４】
図５を再び参照して、Ｓ１５において、処理装置２００は、たとえば非線形最小二乗法により、モジュールＭの交流インピーダンス（Ｓ１４での測定値）に対する誤差が最小になるように、モジュールＭのインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）のフィッティング処理を行なう。具体的には、処理装置２００は、印加信号の周波数毎に、その周波数においてプロット（測定）された座標と、その周波数に対応するインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）上の座標とを算出する。処理装置２００は、これらの座標間の距離（誤差）の二乗を印加信号の全周波数について算出し、算出された値を合計する。つまり、処理装置２００は、誤差の二乗和を算出し、この誤差の二乗和が最小になるように、等価回路モデルに含まれる回路定数の値を調整する。このような回路定数を調整した結果、回路定数が所定の条件を満たして収束すると、インピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）が特定されることとなる。
【００８５】
図９は、本実施の形態におけるモジュールの等価回路モデルを示す図である。図１０は、図９に示す等価回路モデルに含まれる回路定数を説明するための図である。図９および図１０を参照して、本実施の形態において、モジュールの交流インピーダンスの周波数特性を示す等価回路モデルは、接合インダクタンスＬと、接合抵抗Ｒと、溶液抵抗Ｒｓｏｌと、電荷移動抵抗Ｒｃｔと、拡散抵抗（ＣＰＥ１で示す）と、電気二重層容量（ＣＰＥ２で示す）とを回路定数として含む。
【００８６】
接合インダクタンスＬとは、モジュールに含まれるセル間の接合部（正極と負極との接合部）におけるインダクタンス成分である。接合抵抗Ｒとは、上記接合部における抵抗成分である。溶液抵抗Ｒｓｏｌとは、正極と負極との間に存在する電解液の抵抗成分である。電荷移動抵抗Ｒｃｔとは、電極／電解質界面（正極活物質および負極活物質の表面）における電荷移動（電荷の授受）に関連する抵抗成分である。拡散抵抗とは、電解液中での塩または活物質中の電荷輸送物質の拡散に関連する抵抗成分である。電気二重層容量とは、電極／電解液界面に形成される電気二重層の容量成分である。なお、これら回路定数の各々は、モジュール内のすべてのセルについての対応する成分を合成したものである。
【００８７】
接合インダクタンスＬと接合抵抗Ｒとは、互いに並列に接続されている。溶液抵抗Ｒｓｏｌは、接合インダクタンスＬと接合抵抗Ｒとの並列回路に直列に接続されている。また、電荷移動抵抗Ｒｃｔと拡散抵抗とは直列に接続されている。この電荷移動抵抗Ｒｃｔと拡散抵抗との直列回路と、電気二重量容量とは、互いに並列に接続されている。さらに、接合インダクタンスＬ、接合抵抗Ｒおよび溶液抵抗Ｒｓｏｌを含む合成回路と、電荷移動抵抗Ｒｃｔ、拡散抵抗および電気二重量容量を含む合成回路とは、直列に接続されている。
【００８８】
本実施の形態では、モジュールＭの容量性挙動を適切に表現するために、モジュールの拡散抵抗および電気二重層容量の各々がＣＰＥ（Constant Phase Element）と呼ばれる非線形要素により表される。より具体的には、拡散抵抗に対応するインピーダンスZ_{CPE1}は、ＣＰＥ指数ｐ１とＣＰＥ定数Ｔ１とを用いて下記式（１）のように表される。なお、式（１）では、モジュールに印加される交流信号（印加信号）の角周波数をωで示している（ω＝２πｆ）。

$$Z_{CPE1}=1/\{(j\omega)^{p1}\times T1\} \quad \cdots(1)$$

【００８９】

同様に、電気二重層容量に対応するインピーダンスZ_{CPE2}も、ＣＰＥ指数ｐ２とＣＰＥ定数Ｔ２とを用いて下記（２）のように表すことができる。

$$Z_{CPE2}=1/\{(j\omega)^{p2}\times T2\} \quad \cdots(2)$$

【００９０】

本実施の形態においては、上記８つの回路定数を含む等価回路モデルが採用される。そして、これら８つの回路定数をフィッティングパラメータとするフィッティング処理により、モジュールＭに対応するインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）が特定される（図５のＳ１５参照）。ただし、図９および図１０に示す等価回路モデルは一例に過ぎず、他のモデルを採用してもよい。

【００９１】

図１１は、図８に示したモジュールＭの交流インピーダンス測定結果のフィッティング処理により得られるインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）を示す図である。図１１には、フィッティング処理により特定されたインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）を示す曲線が太線により表されている。

【００９２】

処理装置２００は、図１０に示した８つの回路定数の各々の初期値（予め定められた値）をインピーダンス曲線Ｚに代入し、所定の収束条件が成立するまで（カイ二乗値などのフィッティング処理の適合度を示す値が判定値を下回るまで）、たとえば非線形最小二乗法によるフィッティング処理を繰り返す。フィッティング処理の収束条件が成立すると、処理装置２００は、収束した８つの回路定数からインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）を特定する。なお、フィッティングアルゴリズムは最小二乗法に限定されるものではなく、他のアルゴリズム（たとえば最尤推定法）を採用することも可能である。

【００９３】

続いて、処理装置２００は、図５に示すＳ１６に処理を進め、モジュールＭのインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）から特徴量Ｆ（Ｍ）を抽出する。

【００９４】

どのような特徴量を抽出すれば、その特徴量とモジュールの満充電容量Ｑとの間に相関関係が存在するかは、本発明者らの実験により予め確認されている。より詳細には、多数のモジュールについて、特徴量Ｆと満充電容量Ｑ（実際にモジュールを充放電させることで測定された満充電容量）との間の関係が実験的に求められている。一例として、下記式（３）のような一次関数で表される相関関係が特徴量Ｆと満充電容量Ｑとの間に存在する（ａは０以外の数）。

$$Q=a\times F+b \quad \cdots(3)$$

【００９５】

Ｓ１６では、満充電容量Ｑ（Ｍ）との間に相関関係が存在することが確認されている特定の特徴量Ｆ（Ｍ）がインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）から抽出される。このような特徴量Ｆ（Ｍ）は、たとえば重回帰分析などの統計的手法によりインピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）から抽出することができる。この重回帰分析では、インピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）上の実数値および虚数値ならびに各周波数における接線の傾きなどの各成分の尖度・歪度・多重共線性を考慮した変数が用いられる。

【００９６】

インピーダンス曲線Ｚ（Ｍ）から特徴量Ｆ（Ｍ）が抽出されると、処理装置２００は、抽出された特徴量Ｆ（Ｍ）に基づいて、モジュールＭの満充電容量Ｑ（Ｍ）を算出する（Ｓ１７）。

【００９７】

その後、処理装置２００は、モジュールＭの満充電容量Ｑ（Ｍ）に応じてモジュールＭの再利用態様を判定する（Ｓ１８）。たとえば、処理装置２００は、モジュールＭの現在の満充電容量Ｑ（Ｍ）と初期満充電容量Q_0（モジュールＭの仕様から既知の値）との比（＝Ｑ（Ｍ）／Q_0）である容量維持率を算出し、容量維持率を所定の基準値と比較する。処理装置２００は、モジュールＭの容量維持率が基準値以上である場合にはモジュール

Ｍを組電池のリビルドに使用可能であると判定し、モジュールＭの容量維持率が基準値未満である場合にはモジュールＭはリビルドには使用不可であるとしてリサイクルすべきであると判定する。

【００９８】

＜満充電容量の算出精度＞

最後に、本実施の形態におけるモジュールの再利用態様の判定方法による満充電容量の算出精度について説明する。

【００９９】

図１２は、本実施の形態におけるモジュールの満充電容量の算出精度を説明するための図である。図１２において、横軸は、モジュールの実際の満充電容量（実際にモジュールを充放電させることで測定された満充電容量であり、「実測値」と記載する）を示す。縦軸は、本実施の形態において算出されたモジュールの満充電容量（「予測値」と記載する）を示す。

【０１００】

図１２に示すように、本実施の形態によれば、満充電容量の実測値と予測値の間の相関係数R^2が０．８２８５であった。これにより、満充電容量の実測値と予測値との間の十分に強い相関関係が存在することが確認された。実測値と記載した満充電容量は時間をかけて高精度に測定されたものであることから、本実施の形態によっても、モジュールの満充電容量を高精度に算出可能であると言える。

【０１０１】

以上のように、本実施の形態においては、モジュールＭのＯＣＶが平坦領域内であるか否かが判定される。ＯＣＶが平坦領域内である場合には、ＯＣＶが急峻領域内である場合と比べて、モジュールＭの交流インピーダンスのＯＣＶ依存性の度合いが低い。そのため、モジュールＭのＯＣＶを厳密に調整するためのモジュールＭの充放電を行わずにモジュールＭの交流インピーダンス測定（図５のＳ１４参照）に処理を進めても、モジュールＭのＯＣＶに依存しない交流インピーダンス測定結果を取得することができる。このように、本実施の形態によれば、モジュールＭのＯＣＶの差異に起因する交流インピーダンス測定結果のバラつきを低減することができるので、モジュールＭの満充電容量を高精度に推定することができる。また、本実施の形態にて説明した知見によれば、モジュールＭのＯＣＶを厳密に調整するための充放電を行わなくて済むため、満充電容量の算出に要する時間（図５に示した一連の処理を実行するのに要する時間）も短縮することができる。

【０１０２】

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

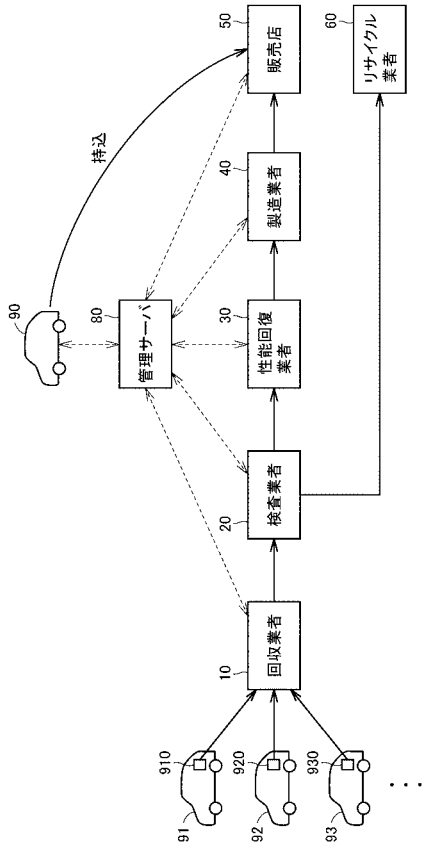
【符号の説明】

【０１０３】

１０　回収業者、１１，２１，３１，７１～７５　端末、２０　検査業者、３０　性能回復業者、４０　製造業者、５０　販売店、６０　リサイクル業者、８０　管理サーバ、８１　通信ネットワーク、８２　基地局、９０，９１～９３　車両、２００　電池情報処理システム（処理装置）、２１０　電圧センサ、２２０　電力変換装置、２３０　測定装置、２３１　発振器、２３２　ポテンショスタット、２３３　ロックインアンプ、２３４　プロット部、２４０　曲線記憶装置、２５０　相関関係記憶装置、２６０　制御装置、２６１　条件判定部、２６２　制御部、２６３　フィッティング処理部、２６４　特徴量抽出部、２６５　満充電容量算出部、２６６　再利用判定部、２７０　表示装置、９１０～９３０　組電池。

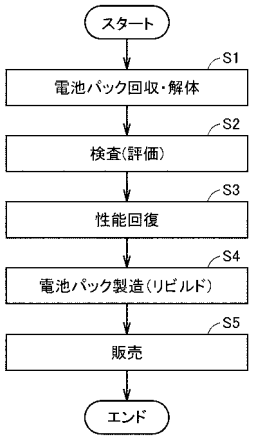
【図１】

図1



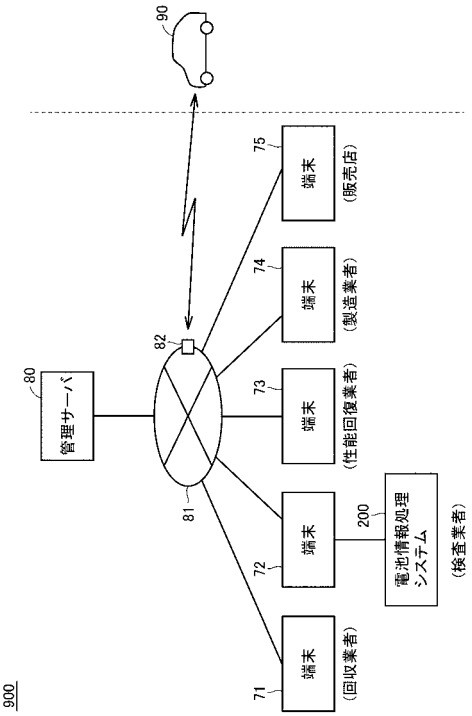
【図２】

図2



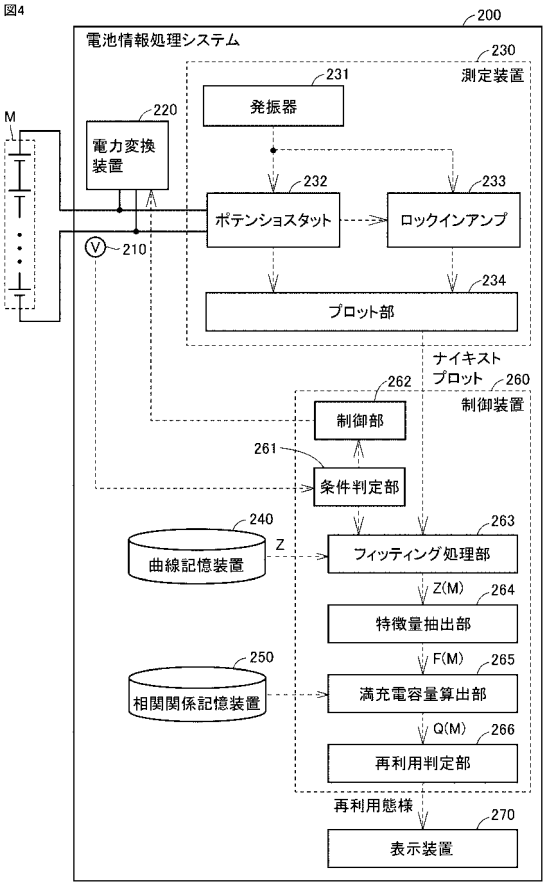
【図３】

図3



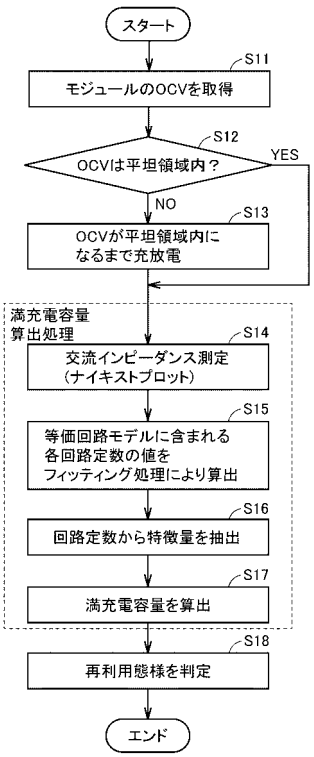
【図４】

図4



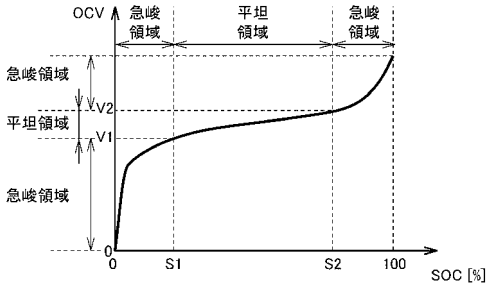
【図５】

図5



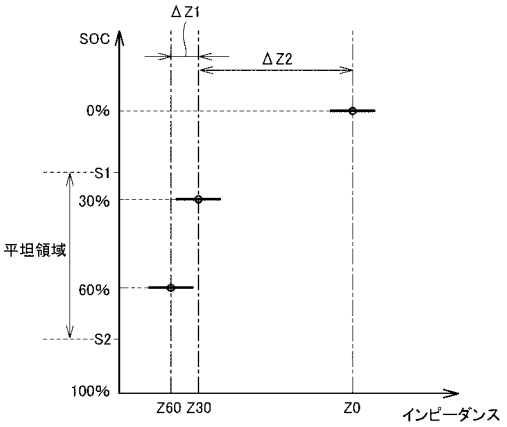
【図６】

図6



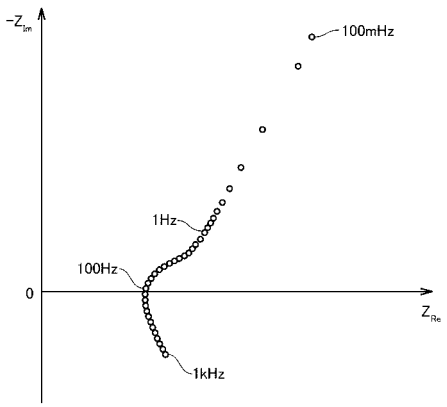
【図７】

図7



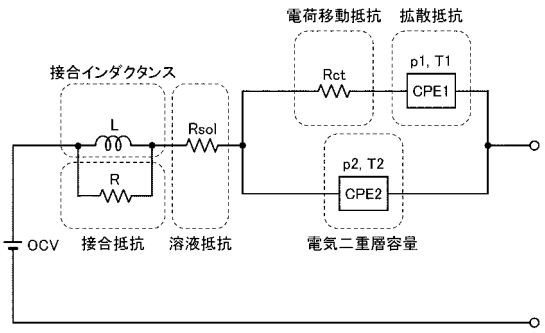
【図８】

図8



【図９】

図9



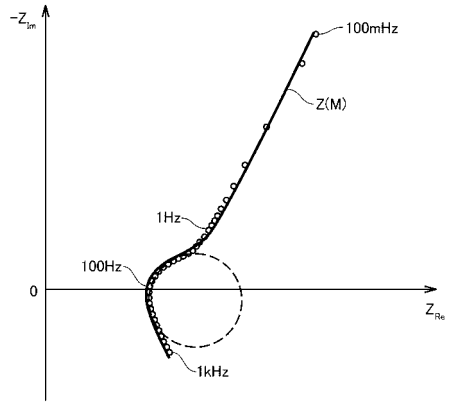
【図１０】

図10

符号	モデルパラメータ
L	接合インダクタンス
R	接合抵抗
Rsol	溶液抵抗
Rct	電荷移動抵抗
p1	拡散抵抗のCPE指数
T1	拡散抵抗のCPE定数
p2	電気二重層容量のCPE指数
T2	電気二重層容量のCPE定数

【図１１】

図11



【図１２】

図12

