(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7656839号
(P7656839)

(45)発行日　令和7年4月4日(2025.4.4)

(24)登録日　令和7年3月27日(2025.3.27)

(51)国際特許分類		FI		
H01M 10/42 (2006.01)		H01M	10/42	P
G01R 31/382 (2019.01)		G01R	31/382	
G01R 31/385 (2019.01)		G01R	31/385	
G01R 31/396 (2019.01)		G01R	31/396	
H01M 10/48 (2006.01)		H01M	10/48	P

請求項の数　11　（全22頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2022-535020(P2022-535020)
(86)(22)出願日　令和3年6月25日(2021.6.25)
(86)国際出願番号　PCT/JP2021/024121
(87)国際公開番号　WO2022/009696
(87)国際公開日　令和4年1月13日(2022.1.13)
審査請求日　令和6年4月8日(2024.4.8)
(31)優先権主張番号　特願2020-117734(P2020-117734)
(32)優先日　令和2年7月8日(2020.7.8)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　314012076
パナソニックＩＰマネジメント株式会社
大阪府門真市元町２２番６号
(74)代理人　100123102
弁理士　宗田 悟志
(72)発明者　西川 慎哉
大阪府守口市松下町１番１号 パナソニックエナジー株式会社内
(72)発明者　飯田 崇
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニックホールディングス株式会社内
(72)発明者　佐田 友和
大阪府守口市松下町１番１号 パナソニックエナジー株式会社内
審査官　宮本 秀一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　演算システム、電池の検査方法、及び電池の検査プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

同一製品に搭載された電池の電圧、ＳＯＣ（Ｓｔａｔｅ　Ｏｆ　Ｃｈａｒｇｅ）を少なくとも含む運用データを、前記製品の複数の個体からネットワークを経由して取得するデータ取得部と、

取得された複数の運用データを統計処理して、前記製品の仕様と異なる電池が搭載されている個体を検知する検知部と、

を備えることを特徴とする演算システム。

【請求項２】

前記データ取得部は、前記製品の各個体側で計測された複数の時刻の電圧、電流、ＳＯＣを少なくとも含む運用データを、各個体から取得し、

前記演算システムは、

前記複数の運用データにそれぞれ含まれる複数の時刻のＳＯＣと電圧の組から、前記電流をもとに特定される前記電池が休止状態とみなせる期間のＳＯＣと電圧の組を、サンプルデータとして抽出する抽出部と、

抽出されたサンプルデータをもとに、前記製品の複数の個体にそれぞれ搭載された複数の電池のＳＯＣ－ＯＣＶ（Ｏｐｅｎ　Ｃｉｒｃｕｉｔ　Ｖｏｌｔａｇｅ）特性を推定する推定部と、をさらに備えることを特徴とする請求項１に記載の演算システム。

【請求項３】

前記検知部は、前記複数の電池のＳＯＣ－ＯＣＶ特性の代表値からの外れ度合いをもと

に、前記製品の仕様と異なる電池が搭載されている個体を検知することを特徴とする請求項２に記載の演算システム。
【請求項４】
前記検知部は、前記製品の仕様のＳＯＣ－ＯＣＶ特性として予め記録されている値からの外れ度合いをもとに、前記製品の仕様と異なる電池が搭載されている個体を検知することを特徴とする請求項２に記載の演算システム。
【請求項５】
前記検知部は、前記複数の電池のＳＯＣ－ＯＣＶ特性において、所定のＳＯＣ範囲のデータを使用して、前記製品の仕様と異なる電池が搭載されている個体を検知することを特徴とする請求項２に記載の演算システム。
【請求項６】
前記データ取得部は、前記製品の各個体側で計測された少なくとも１つの時刻の電圧、電流、ＳＯＣを少なくとも含む運用データを、各個体から取得し、
前記演算システムは、
前記複数の運用データにそれぞれ含まれる、少なくとも１つのＳＯＣと電圧の組から、前記電流をもとに特定される前記電池が休止状態とみなせる期間のＳＯＣと電圧の組を、サンプルデータとして抽出する抽出部と、
抽出されたサンプルデータをもとに、前記製品の複数の個体にそれぞれ搭載された複数の電池の、少なくとも１点の特定の値のＳＯＣと、ＯＣＶ（Ｏｐｅｎ Ｃｉｒｃｕｉｔ Ｖｏｌｔａｇｅ）の関係を特定する特定部と、をさらに備え、
前記検知部は、前記複数の電池の、少なくとも１点の特定の値のＳＯＣと、ＯＣＶの関係をもとに、前記製品の仕様と異なる電池が搭載されている個体を検知することを特徴とする請求項１に記載の演算システム。
【請求項７】
前記検知部は、前記複数の電池のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点の各代表値と、各電池のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点の各値との距離の外れ度合いと、前記複数点の代表値を結んだ線と、各電池のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点を結んだ線との角度の乖離度をもとに、前記製品の仕様と異なる電池が搭載されている個体を検知することを特徴とする請求項６に記載の演算システム。
【請求項８】
前記検知部は、前記製品の仕様のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点の各値と、各電池のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点の各値との距離の外れ度合いと、前記製品の仕様のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点の各値を結んだ線と、各電池のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点を結んだ線との角度の乖離度をもとに、前記製品の仕様と異なる電池が搭載されている個体を検知することを特徴とする請求項６に記載の演算システム。
【請求項９】
前記データ取得部は、前記製品の各個体側で計測された少なくとも１つの時刻の電圧、電流、ＳＯＣを少なくとも含む運用データを、各個体から取得し、
前記演算システムは、
前記複数の運用データをもとに、前記製品の複数の個体にそれぞれ搭載された複数の電池の、少なくとも１点の特定の値のＳＯＣと、内部抵抗の関係を特定する特定部と、をさらに備え、
前記検知部は、前記複数の電池の、少なくとも１点の特定の値のＳＯＣと、内部抵抗の関係をもとに、前記製品の仕様と異なる電池が搭載されている個体を検知することを特徴とする請求項１に記載の演算システム。
【請求項１０】
同一製品に搭載された電池の電圧、ＳＯＣ（Ｓｔａｔｅ Ｏｆ Ｃｈａｒｇｅ）を少なくとも含む運用データを、前記製品の複数の個体からネットワークを経由して取得するステップと、
取得された複数の運用データを統計処理して、前記製品の仕様と異なる電池が搭載され

ている個体を検知するステップと、
を有することを特徴とする電池の検査方法。
【請求項１１】
同一製品に搭載された電池の電圧、ＳＯＣ（Ｓｔａｔｅ　Ｏｆ　Ｃｈａｒｇｅ）を少なくとも含む運用データを、前記製品の複数の個体からネットワークを経由して取得する処理と、
取得された複数の運用データを統計処理して、前記製品の仕様と異なる電池が搭載されている個体を検知する処理と、
をコンピュータに実行させることを特徴とする電池の検査プログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、製品に搭載された電池を検査するための演算システム、電池の検査方法、及び電池の検査プログラムに関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、ハイブリッド車（ＨＶ）、プラグインハイブリッド車（ＰＨＶ）、電気自動車（ＥＶ）が普及してきている。これらの電動車両にはキーデバイスとして、リチウムイオン電池などの二次電池が搭載される。電動車両に搭載される電池パックに不良品が混入されていたり、不正品が使用されていたりする場合がある。不正品が使用されている場合の例として、カタログスペックと異なる種類の電池が使用されている、カタログスペックより容量が少ない（例えば、１０％程度少ない）電池が使用されている、などがある。
【０００３】
電池の不良や劣化を検出する方法として、高周波を入力して電池の異常を検出する方法や（例えば、特許文献１参照）、ＯＣＶ（Ｏｐｅｎ　Ｃｉｒｃｕｉｔ　Ｖｏｌｔａｇｅ）カーブの変化をもとに電池の劣化を検知する方法が提案されている（例えば、特許文献２参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【文献】特開平９－１３３７４１号公報
【文献】特開２０１０－１９６６４号公報
【発明の概要】
【０００５】
しかしながら、カタログスペックと異なる電池が使用されていることを検知することは難しい。また、自社の電池ではなく、他社の電池を評価する必要があるため、予め電池の特性を入手することが容易ではなく、入手するにはコストや時間がかかる。
【０００６】
本開示はこうした状況に鑑みなされたものであり、その目的は、製品仕様と異なる電池が使用されているか否かを容易に検知することができる技術を提供することにある。
【０００７】
上記課題を解決するために、本開示のある態様の演算システムは、同一製品に搭載された電池の電圧、ＳＯＣ（Ｓｔａｔｅ　Ｏｆ　Ｃｈａｒｇｅ）を少なくとも含む運用データを、前記製品の複数の個体からネットワークを経由して取得するデータ取得部と、取得された複数の運用データを統計処理して、前記製品の仕様と異なる電池が搭載されている個体を検知する検知部と、を備える。
【０００８】
なお、以上の構成要素の任意の組み合わせ、本開示の表現を方法、装置、システム、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本開示の態様として有効である。
【０００９】

本開示によれば、製品仕様と異なる電池が使用されているか否かを容易に検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】実施の形態に係る、複数の事業者システムにより利用される演算システムを説明するための図である。

【図２】電動車両に搭載された電池システムの詳細な構成を説明するための図である。

【図３】ＦＣＣの推定方法を説明するための図である。

【図４】図１に示した事業者システムと演算システムの構成例を示す図である。

【図５】図５（ａ）－（ｂ）は、走行データの一例を示す図である。

【図６】演算システムによる電池モジュールのＳＯＣ－ＯＣＶ特性の推定処理の流れを示すフローチャートである。

【図７】特定の車種の複数の電動車両に搭載された電池モジュールの複数のＳＯＣ－ＯＣＶ特性がプロットされたグラフの一例を示す図である。

【図８】ＳＯＣがある値の、ＳＯＣ－ＯＣＶ特性の中央値と各ＳＯＣ－ＯＣＶ特性とのマハラノビス距離のヒストグラムの一例を示す図である。

【図９】図７のグラフから、ＳＯＣ－ＯＣＶ特性の中央値と、外れ値を含むＳＯＣ－ＯＣＶ特性を残したグラフを示す図である。

【図１０】演算システムによるカタログスペックと異なる電池モジュールが搭載されているか否かを検知するための第１処理例の流れを示すフローチャートである。

【図１１】演算システムによるカタログスペックと異なる電池モジュールが搭載されているか否かを検知するための第２処理例の流れを示すフローチャートである。

【図１２】中央値の３点を結ぶ線の形状を示した図である。

【図１３】演算システムによるカタログスペックと異なる電池モジュールが搭載されているか否かを検知するための第３処理例の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

図１は、実施の形態に係る、複数の事業者システム２により利用される演算システム１を説明するための図である。複数の事業者Ａ、Ｂはそれぞれ、複数の電動車両３を保有し、複数の電動車両３を活用して事業を営んでいる。例えば、各事業者は複数の電動車両３を活用して、配送事業（宅配事業）、タクシー事業、レンタカー事業、又はカーシェアリング事業を営んでいる。本実施の形態では、電動車両３として、エンジンを搭載しない純粋なＥＶを想定する。

【００１２】

各事業者Ａ、Ｂは、事業者システム２を備える。事業者システム２は、各事業者Ａ、Ｂの業務を管理するためのシステムである。事業者システム２は、１台または複数台の情報処理装置（例えば、サーバ、ＰＣ）で構成される。事業者システム２を構成する情報処理装置の一部または全部はデータセンタに存在していてもよい。例えば、データセンタ内のサーバ（自社サーバ、クラウドサーバあるいはレンタルサーバ）と、事業者内のクライアントＰＣの組み合わせで構成されてもよい。

【００１３】

演算システム１は、データセンタに設置された、１台または複数台の情報処理装置で構成される。事業者システム２は、ネットワーク５を介して演算システム１にアクセスすることができる。ネットワーク５は、インターネットや専用線などの通信路の総称であり、その通信媒体やプロトコルは問わない。

【００１４】

複数の電動車両３は、待機中は、各事業者Ａ、Ｂの営業所の駐車場や車庫内に駐車されている。複数の電動車両３は無線通信機能を有し、事業者システム２と無線通信が可能である。複数の電動車両３は、搭載している二次電池の運用データを含む走行データを事業者システム２に送信する。電動車両３は走行中に、事業者システム２を構成するサーバに

走行データを、ネットワーク５を介して無線送信してもよい。例えば、１０秒に１回の頻度で走行データを都度送信してもよい。また、１日１回の所定のタイミングに（例えば、営業時間の終了時に）、１日分の走行データをバッチ送信してもよい。

【００１５】

また、事業者システム２が営業所に設置された自社のサーバ又はＰＣで構成される場合、電動車両３は、営業終了後に営業所に帰還した後、１日分の走行データを当該自社のサーバ又はＰＣに送信してもよい。その場合、当該自社のサーバ又はＰＣに無線で送信してもよいし、当該自社のサーバ又はＰＣと有線接続して有線経由で送信してもよい。また、走行データが記録された記録メディアを経由して、当該自社のサーバ又はＰＣにデータを送信してもよい。また、事業者システム２がクラウドサーバと営業者内のクライアントＰＣの組み合わせで構成される場合、電動車両３は、営業者内のクライアントＰＣを経由して、走行データをクラウドサーバに送信してもよい。

【００１６】

図２は、電動車両３に搭載された電池システム４０の詳細な構成を説明するための図である。電池システム４０は、第１リレーＲＹ１及びインバータ３５を介してモータ３４に接続される。インバータ３５は力行時、電池システム４０から供給される直流電力を交流電力に変換してモータ３４に供給する。回生時、モータ３４から供給される交流電力を直流電力に変換して電池システム４０に供給する。モータ３４は三相交流モータであり、力行時、インバータ３５から供給される交流電力に応じて回転する。回生時、減速による回転エネルギーを交流電力に変換してインバータ３５に供給する。

【００１７】

第１リレーＲＹ１は、電池システム４０とインバータ３５を繋ぐ配線間に挿入されるコンタクタである。車両制御部３０は、走行時、第１リレーＲＹ１をオン状態（閉状態）に制御し、電池システム４０と電動車両３の動力系を電気的に接続する。車両制御部３０は非走行時、原則として第１リレーＲＹ１をオフ状態（開状態）に制御し、電池システム４０と電動車両３の動力系を電気的に遮断する。なおリレーの代わりに、半導体スイッチなどの他の種類のスイッチを用いてもよい。

【００１８】

電池システム４０は、電動車両３の外に設置された充電器４と充電ケーブル３８で接続することにより商用電力系統９から充電することができる。充電器４は商用電力系統９に接続され、充電ケーブル３８を介して電動車両３内の電池システム４０を充電する。電動車両３において、電池システム４０と充電器４を繋ぐ配線間に第２リレーＲＹ２が挿入される。なおリレーの代わりに、半導体スイッチなどの他の種類のスイッチを用いてもよい。電池システム４０の管理部４２は充電開始前に、第２リレーＲＹ２をオン状態（閉状態）に制御し、充電終了後にオフ状態（開状態）に制御する。

【００１９】

一般的に、普通充電の場合は交流で、急速充電の場合は直流で充電される。交流で充電される場合、第２リレーＲＹ２と電池システム４０との間に挿入されるＡＣ／ＤＣコンバータ（不図示）により、交流電力が直流電力に変換される。

【００２０】

電池システム４０は、電池モジュール４１と管理部４２を備え、電池モジュール４１は、直列接続された複数のセルＥ１－Ｅｎを含む。なお電池モジュール４１は、複数の電池モジュールが直列／直並列接続されて構成されていてもよい。セルには、リチウムイオン電池セル、ニッケル水素電池セル、鉛電池セル等を用いることができる。以下、本明細書ではリチウムイオン電池セル（公称電圧：３．６－３．７Ｖ）を使用する例を想定する。セルＥ１－Ｅｎの直列数は、モータ３４の駆動電圧に応じて決定される。

【００２１】

複数のセルＥ１－Ｅｎと直列にシャント抵抗Ｒｓが接続される。シャント抵抗Ｒｓは電流検出素子として機能する。なおシャント抵抗Ｒｓの代わりにホール素子を用いてもよい。また電池モジュール４１内に、複数のセルＥ１－Ｅｎの温度を検出するための複数の温

度センサＴ１、Ｔ２が設置される。温度センサは電池モジュールに１つ設置されてもよいし、複数のセルごとに１つ設置されてもよい。温度センサＴ１、Ｔ２には例えば、サーミスタを使用することができる。

【００２２】

管理部４２は、電圧測定部４３、温度測定部４４、電流測定部４５及び電池制御部４６を備える。直列接続された複数のセルＥ１－Ｅｎの各ノードと、電圧測定部４３との間は複数の電圧線で接続される。電圧測定部４３は、隣接する２本の電圧線間の電圧をそれぞれ測定することにより、各セルＥ１－Ｅｎの電圧を測定する。電圧測定部４３は、測定した各セルＥ１－Ｅｎの電圧を電池制御部４６に送信する。

【００２３】

電圧測定部４３は電池制御部４６に対して高圧であるため、電圧測定部４３と電池制御部４６間は絶縁された状態で、通信線で接続される。電圧測定部４３は、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ）または汎用のアナログフロントエンドＩＣで構成することができる。電圧測定部４３はマルチプレクサ及びＡ／Ｄ変換器を含む。マルチプレクサは、隣接する２本の電圧線間の電圧を上から順番にＡ／Ｄ変換器に出力する。Ａ／Ｄ変換器は、マルチプレクサから入力されるアナログ電圧をデジタル値に変換する。

【００２４】

温度測定部４４は分圧抵抗およびＡ／Ｄ変換器を含む。Ａ／Ｄ変換器は、複数の温度センサＴ１、Ｔ２と複数の分圧抵抗によりそれぞれ分圧された複数のアナログ電圧を順次、デジタル値に変換して電池制御部４６に出力する。電池制御部４６は当該デジタル値をもとに複数のセルＥ１－Ｅｎの温度を推定する。例えば電池制御部４６は、各セルＥ１－Ｅｎの温度を、各セルＥ１－Ｅｎに最も隣接する温度センサで測定された値をもとに推定する。

【００２５】

電流測定部４５は差動アンプ及びＡ／Ｄ変換器を含む。差動アンプはシャント抵抗Ｒｓの両端電圧を増幅してＡ／Ｄ変換器に出力する。Ａ／Ｄ変換器は、差動アンプから入力される電圧をデジタル値に変換して電池制御部４６に出力する。電池制御部４６は当該デジタル値をもとに複数のセルＥ１－Ｅｎに流れる電流を推定する。

【００２６】

なお電池制御部４６内にＡ／Ｄ変換器が搭載されており、電池制御部４６にアナログ入力ポートが設置されている場合、温度測定部４４及び電流測定部４５はアナログ電圧を電池制御部４６に出力し、電池制御部４６内のＡ／Ｄ変換器でデジタル値に変換してもよい。

【００２７】

電池制御部４６は、電圧測定部４３、温度測定部４４及び電流測定部４５により測定された複数のセルＥ１－Ｅｎの電圧、温度、及び電流をもとに複数のセルＥ１－Ｅｎの状態を管理する。電池制御部４６と車両制御部３０間は、車載ネットワークにより接続される。車載ネットワークとして例えば、ＣＡＮ（Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｒ Ａｒｅａ Ｎｅｔｗｏｒｋ）やＬＩＮ（Ｌｏｃａｌ Ｉｎｔｅｒｃｏｎｎｅｃｔ Ｎｅｔｗｏｒｋ）を使用することができる。

【００２８】

電池制御部４６はマイクロコンピュータ及び不揮発メモリ（例えば、ＥＥＰＲＯＭ、フラッシュメモリ）により構成することができる。マイクロコンピュータ又は不揮発メモリ内に、ＳＯＣ－ＯＣＶマップ４６ａが保持される。ＳＯＣ－ＯＣＶマップ４６ａには、複数のセルＥ１－ＥｎのＳＯＣ－ＯＣＶカーブの特性データが記述されている。複数のセルＥ１－ＥｎのＳＯＣ－ＯＣＶカーブは、電池メーカにより予め作成され、出荷時にマイクロコンピュータ又は不揮発メモリ内に登録されたものである。電池メーカは各種の試験を行って、セルＥ１－ＥｎのＳＯＣ－ＯＣＶカーブを導出している。

【００２９】

電池制御部４６は、複数のセルＥ１－ＥｎのそれぞれのＳＯＣ、ＦＣＣ及びＳＯＨを推

定する。電池制御部４６は、ＯＣＶ法と電流積算法を組み合わせて、ＳＯＣを推定する。ＯＣＶ法は、電圧測定部４３により測定される各セルＥ１－ＥｎのＯＣＶと、ＳＯＣ－ＯＣＶマップ４６ａに記述されるＳＯＣ－ＯＣＶカーブの特性データをもとにＳＯＣを推定する方法である。電流積算法は、各セルＥ１－Ｅｎの充放電開始時のＯＣＶと、電流測定部４５により測定される電流の積算値をもとにＳＯＣを推定する方法である。電流積算法は、充放電時間が長くなるにつれて、電流測定部４５の測定誤差が累積していく。従って、ＯＣＶ法により推定されたＳＯＣを用いて、電流積算法により推定されたＳＯＣを補正することが好ましい。

【００３０】

電池制御部４６は、ＳＯＣ－ＯＣＶマップ４６ａに記述されるＳＯＣ－ＯＣＶカーブの特性データと、電圧測定部４３により測定されるセルの２点のＯＣＶをもとに当該セルのＦＣＣを推定することができる。

【００３１】

図３は、ＦＣＣの推定方法を説明するための図である。電池制御部４６は、セルの２点のＯＣＶを取得する。電池制御部４６は、ＳＯＣ－ＯＣＶカーブを参照して、２点の電圧にそれぞれ対応する２点のＳＯＣを特定し、２点のＳＯＣの差分ΔＳＯＣを算出する。図３に示す例では２点のＳＯＣは２０％と７５％であり、ΔＳＯＣは５５％である。

【００３２】

電池制御部４６は、電流測定部４５により測定される電流の推移をもとに、２点のＯＣＶを取得した２点の時刻の間の期間の電流積算量（＝充放電容量）Ｑを算出する。電池制御部４６は、下記（式１）を算出してＦＣＣを推定することができる。

【００３３】

ＦＣＣ＝Ｑ／ΔＳＯＣ　・・・（式１）

ＳＯＨは、初期のＦＣＣに対する現在のＦＣＣの比率で規定され、数値が低いほど（０％に近いほど）劣化が進行していることを示す。電池制御部４６は、下記（式２）を算出してＳＯＨを推定することができる。

【００３４】

ＳＯＨ＝現在のＦＣＣ／初期のＦＣＣ　・・・（式２）

また、ＳＯＨは、完全充放電による容量測定により求めてもよいし、保存劣化とサイクル劣化を合算することにより求めてもよい。保存劣化はＳＯＣ、温度、及び保存劣化速度をもとに推定することができる。サイクル劣化は、使用するＳＯＣ範囲、温度、電流レート、及びサイクル劣化速度をもとに推定することができる。保存劣化速度およびサイクル劣化速度は、予め実験やシミュレーションにより導出することができる。ＳＯＣ、温度、ＳＯＣ範囲、及び電流レートは測定により求めることができる。

【００３５】

またＳＯＨは、セルの内部抵抗との相関関係をもとに推定することもできる。内部抵抗は、セルに所定の電流を所定時間流した際に発生する電圧降下を、当該電流値で割ることにより推定することができる。内部抵抗は温度が上がるほど低下する関係にあり、ＳＯＨが低下するほど増加する関係にある。

【００３６】

電池制御部４６は、複数のセルＥ１－Ｅｎの電圧、電流、温度、ＳＯＣ、ＦＣＣ、ＳＯＨを、車載ネットワークを介して車両制御部３０に通知する。車両制御部３０は、複数のセルＥ１－Ｅｎの識別情報、種別情報、電圧、電流、温度、ＳＯＣ、計測時刻を含む複数のセルＥ１－Ｅｎの運用データと、電動車両３の識別情報、車種情報を含む走行データを生成する。当該複数のセルＥ１－Ｅｎの運用データには、ＦＣＣ及びＳＯＨは含められない。なお、当該走行データには、電動車両３の速度データ、走行位置データなどのデータが含まれてもよい。

【００３７】

無線通信部３６は、アンテナ３６ａを介してネットワーク５に無線接続するための信号処理を行う。本実施の形態では、無線通信部３６は、車両制御部３０から取得した走行デ

ータを事業者システム２に無線送信する。電動車両３が無線接続可能な無線通信網として、例えば、携帯電話網（セルラー網）、無線ＬＡＮ、ＥＴＣ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ Ｔｏｌｌ Ｃｏｌｌｅｃｔｉｏｎ Ｓｙｓｔｅｍ）、ＤＳＲＣ（Ｄｅｄｉｃａｔｅｄ Ｓｈｏｒｔ Ｒａｎｇｅ Ｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏｎｓ）、Ｖ２Ｉ（Ｖｅｈｉｃｌｅ－ｔｏ－Ｉｎｆｒａｓｔｒｕｃｔｕｒｅ）、Ｖ２Ｖ（Ｖｅｈｉｃｌｅ－ｔｏ－Ｖｅｈｉｃｌｅ）を使用することができる。

【００３８】

図４は、図１に示した事業者システム２と演算システム１の構成例を示す図である。事業者システム２は、処理部２１、記憶部２２、表示部２３、及び操作部２４を備える。処理部２１の機能はハードウェア資源とソフトウェア資源の協働、又はハードウェア資源のみにより実現できる。ハードウェア資源として、ＣＰＵ、ＧＰＵ（Ｇｒａｐｈｉｃｓ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、ＲＯＭ、ＲＡＭ、ＡＳＩＣ、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ）、その他のＬＳＩを利用できる。ソフトウェア資源としてオペレーティングシステム、アプリケーション等のプログラムを利用できる。記憶部２２は、走行データ保持部２２１及び運転者データ保持部２２２を含む。記憶部２２は、ＨＤＤ（Ｈａｒｄ Ｄｉｓｋ Ｄｒｉｖｅ）、ＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ Ｓｔａｔｅ Ｄｒｉｖｅ）等の不揮発性の記録媒体を含み、各種のプログラム及びデータを記録する。

【００３９】

走行データ保持部２２１は、事業者が保有している複数の電動車両３から収集した走行データを保持する。運転者データ保持部２２２は、事業者に所属する複数の運転者のデータを保持する。例えば、運転者ごとに、運転した電動車両３ごとの累計走行距離を管理する。

【００４０】

表示部２３は液晶ディスプレイ、有機ＥＬディスプレイ等のディスプレイを備え、処理部２１により生成された画像を表示する。操作部２４はキーボード、マウス、タッチパネル等のユーザインタフェースであり、事業者システム２のユーザの操作を受け付ける。

【００４１】

事業者システム２は、走行データ保持部２２１に保持される複数の電動車両３の走行データを演算システム１に提供することができる。このデータ提供は、各事業者Ａ、Ｂと、演算システム１の運営主体との契約にもとづき実行される。この契約は、各事業者Ａ、Ｂがデータ提供の見返りに金銭的対価を受ける契約であってもよいし、各事業者Ａ、Ｂがデータ提供の見返りに、サービス利用に関する特典を受けられる契約であってもよい。また各事業者Ａ、Ｂは、走行データを無償で提供してもよい。

【００４２】

事業者システム２は、事業所が購入した電動車両３に、カタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されていないかの検査を、演算システム１に依頼することができる。この搭載されている電池モジュール４１の検査サービスは有償であってもよいし、無償であってもよい。例えば、事業者がデータ提供の見返りに無償で利用できるサービスであってもよい。

【００４３】

演算システム１は、処理部１１及び記憶部１２を備える。処理部１１は、データ取得部１１１、抽出部１１２、推定部１１３、及び検知部１１４を含む。処理部１１の機能はハードウェア資源とソフトウェア資源の協働、又はハードウェア資源のみにより実現できる。ハードウェア資源として、ＣＰＵ、ＧＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ、ＡＳＩＣ、ＦＰＧＡ、その他のＬＳＩを利用できる。ソフトウェア資源としてオペレーティングシステム、アプリケーション等のプログラムを利用できる。記憶部１２は、走行データ保持部１２１及びＳＯＣ－ＯＣＶ特性保持部１２２を含む。記憶部２２は、ＨＤＤ、ＳＳＤ等の不揮発性の記録媒体を含み、各種のプログラム及びデータを記録する。

【００４４】

走行データ保持部１２１は、各事業者Ａ、Ｂから収集された電動車両３の走行データを保持する。ＳＯＣ－ＯＣＶ特性保持部１２２は、収集された走行データをもとに処理部１１により作成されたＳＯＣ－ＯＣＶ特性を保持する。ＳＯＣ－ＯＣＶ特性はセル単位で保持されてもよいし、電池モジュール４１単位で保持されてもよい。以下、本実施の形態では走行データ保持部１２１は、同一車種ごとに、電池モジュール４１のＳＯＣ－ＯＣＶ特性を保持するものとする。

【００４５】

データ取得部１１１は、複数の事業者Ａ、Ｂから電動車両３の走行データを取得し、取得した走行データを走行データ保持部１２１に保存する。抽出部１１２は、走行データ保持部１２１に保持される複数の電池モジュール４１の運用データに含まれる複数の時刻のＳＯＣと電圧の組を、サンプルデータとして抽出する。その際、抽出部１１２は、電圧がＯＣＶとみなせる期間（即ち、セルが休止状態とみなせる期間）のＳＯＣと電圧の組を抽出する。

【００４６】

ところで、二次電池は電気化学製品であり、二次電池に充電電流が流れると非線形に計測電圧が上昇し、二次電池に放電電流が流れると非線形に計測電圧が降下する。二次電池に電流が流れているときに計測される電圧は、過電圧成分を含むＣＣＶ（Ｃｌｏｓｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ Ｖｏｌｔａｇｅ）であり、ＯＣＶと乖離した値となる。一般的なリチウムイオン電池セルでは、充放電の終了後、計測電圧が３０秒程度で、過電圧成分を含まないＯＣＶ付近に収束する。なお、負極に使用する材料により、ＯＣＶ付近に収束するまでの時間は変動する。例えば、シリコンを混合した負極材料では、ＯＣＶ付近に収束するまでの時間が１時間以上かかる。

【００４７】

抽出部１１２は、複数の時刻のＳＯＣと電圧の組から、電流の値がゼロで且つ充放電の終了から（電流の値がゼロになってから）所定時間（例えば、３０秒）経過後の期間に含まれるＳＯＣと電圧の組を抽出してもよい。

【００４８】

図５（ａ）－（ｂ）は、走行データの一例を示す図である。図５（ａ）は、ある１日の走行データに含まれる電圧と電流の推移の一例を示す図である。図５（ｂ）は、ある１日の電流の計測点をプロットした図である。小丸印は、電動車両３が走行中に計測された電流の計測点を示している。大丸印は、電動車両３が停止中に計測された電流の計測点を示している。即ち、電流が流れていない休止点を示している。図５（ａ）－（ｂ）に示すように走行データには多くの休止点が存在し、走行データから、ＯＣＶとみなせる電圧を多数、取得することが可能である。

【００４９】

さらに、抽出できるサンプル数を増やすために、抽出条件を緩めてもよい。抽出部１１２は、設定値（例えば、１Ａ、あるいは０．１Ｃ）以下の電流値が設定時間（例えば、１分）以上、継続した期間のＳＯＣと電圧の組も抽出対象としてもよい。すなわち、この場合、電池モジュール４１に０．１Ｃ以下の充放電レートの電流、あるいは１Ａ以下の電流が１分継続された期間を、ＯＣＶとみなせる期間、あるいはセルが休止状態とみなせる期間としている。

【００５０】

推定部１１３は、抽出部１１２により抽出された複数点のサンプルデータをもとに近似曲線を生成して、電池モジュール４１のＳＯＣ－ＯＣＶ特性を推定する。推定部１１３は、推定したＳＯＣ－ＯＣＶ特性をＳＯＣ－ＯＣＶ特性保持部１２２に保存する。

【００５１】

推定部１１３は、電池モジュール４１の充電用のＳＯＣ－ＯＣＶ特性と、放電用のＳＯＣ－ＯＣＶ特性を別々に生成してもよい。その場合、抽出部１１２は、電池モジュール４１への充電が終了した後の休止状態とみなせる期間のＳＯＣと電圧の組を、電池モジュール４１からの放電が終了した後の休止状態とみなせる期間のＳＯＣと電圧の組を別々に抽

出する。

【００５２】

推定部１１３は、使用期間が所定期間（例えば、１年）より短い電池モジュール４１のサンプルデータのみをもとに、ＳＯＣ－ＯＣＶ特性を推定してもよい。電動車両３の管理部４２により推定されるＳＯＣは、電池モジュール４１が新品に近い状態では比較的、精度が高い。セルの使用期間が長くなってくると、管理部４２により推定されるＳＯＣの精度が低下していくことが一般的である。特に、保持しているＳＯＣ－ＯＣＶ特性を電池モジュール４１の使用期間に応じて更新する仕組みを持たない管理部４２では、ＳＯＣの精度が低下しやすい。

【００５３】

以上から、使用期間が短い電池モジュール４１のサンプルデータのみをもとにＳＯＣ－ＯＣＶ特性を推定するほうが、全期間のサンプルデータをもとに推定する場合より、ＳＯＣ－ＯＣＶ特性の推定精度が高くなる。なお、電池モジュール４１の使用期間が所定期間より短い電池モジュール４１の代わりに、電池モジュール４１の充放電電流の累計値が所定値より小さいセルのサンプルデータのみをもとにＳＯＣ－ＯＣＶ特性を推定してもよい。

【００５４】

電池モジュール４１のＳＯＣ－ＯＣＶ特性は、温度及び劣化度に依存する。抽出部１１２は、電池モジュール４１のサンプルデータを、温度区分及び劣化度区分の少なくとも一方を基準に分類して抽出してもよい。推定部１１３は、区分ごとに分類されたサンプルデータをもとに、温度区分及び劣化度区分の少なくとも一つの区分でマップ化して、電池モジュール４１のＳＯＣ－ＯＣＶ特性を生成してもよい。上述したように、各電池モジュール４１の運用データに各電池モジュール４１を一意に特定するための識別情報が含まれている場合、各電池モジュール４１の使用期間と充放電電流の累計値をもとに各電池モジュール４１の劣化度を推定することができる。

【００５５】

図６は、演算システム１による電池モジュール４１のＳＯＣ－ＯＣＶ特性の推定処理の流れを示すフローチャートである。データ取得部１１１は、事業者システム２から電動車両３の走行データ（電池モジュール４１の電圧、電流、ＳＯＣ、温度を含む）を取得する（Ｓ１０）。データ取得部１１１は、取得した走行データを走行データ保持部１２１に保存する。抽出部１１２は、走行データ保持部１２１に保持されている走行データから、電池モジュール４１が休止状態とみなせる期間のＳＯＣと電圧の組を抽出する（Ｓ１１）。推定部１１３は、抽出された複数組のＳＯＣと電圧をもとに近似曲線を生成し、ＳＯＣ－ＯＣＶ特性を推定する（Ｓ１２）。推定部１１３は、推定したＳＯＣ－ＯＣＶ特性をＳＯＣ－ＯＣＶ特性保持部１２２に保存する。

【００５６】

以下、事業所が購入した電動車両３に、カタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されていないかを検査をするための方法を説明する。カタログには一種類の電池モジュール４１しか使用されていないと記載されていても、実際に購入した電動車両３に別の種類の電池モジュール４１が搭載されていることがある。例えば、カタログには三元系リチウムイオン電池が使用されていると記載されているが、実際にはリン酸鉄リチウムイオン電池が使用されているときがある。また、実際に購入した電動車両３に、カタログに記載された電池モジュール４１と同じ種類の電池モジュール４１が搭載されていても、容量が少ない電池モジュール４１が使用されている場合がある。

【００５７】

事業所が、電動車両３の電池システム４０を分解して電池モジュール４１の仕様を確認することは現実的には難しく、カタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されていないかを簡易に検査する方法が求められる。演算システム１の検知部１１４は、検査対象と同一車種の複数の走行データを統計処理して、カタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されているか否かを検査する。以下、具体的に説明する。

【００５８】

図７は、特定の車種の複数の電動車両３に搭載された電池モジュール４１の複数のＳＯＣ－ＯＣＶ特性がプロットされたグラフの一例を示す図である。上述したように、抽出部１１２は、当該車種の電動車両３ごとに、走行データに含まれる複数の時刻のＳＯＣと電圧の組から、電流をもとに特定される電池モジュール４１が休止状態とみなせる期間のＳＯＣと電圧の組を、サンプルデータとして抽出する。推定部１１３は、抽出されたサンプルデータをもとに、当該車種の各電動車両３に搭載された電池モジュール４１のＳＯＣ－ＯＣＶ特性を推定する。カタログスペックと異なる電池モジュール４１を高精度に検知するには、当該車種の多数の電動車両３（個体）のＳＯＣ－ＯＣＶ特性を収集できていることが望ましい。

【００５９】

検知部１１４は、当該複数のＳＯＣ－ＯＣＶ特性の中央値を特定する。図７では、最も大きい黒点の連なりが複数のＳＯＣ－ＯＣＶ特性の中央値を示している。検知部１１４は、ＳＯＣ－ＯＣＶ特性の中央値と、各ＳＯＣ－ＯＣＶ特性との距離を算出する。具体的には検知部１１４は、ＳＯＣ－ＯＣＶ特性の中央値と各ＳＯＣ－ＯＣＶ特性との、ＳＯＣの値ごと（例えば、１％ごと）の距離を算出する。当該距離はユークリッド距離であってもよいし、マハラノビス距離であってもよい。

【００６０】

なお、以下の説明では、複数のＳＯＣ－ＯＣＶ特性の中央値と各ＳＯＣ－ＯＣＶ特性との、ＳＯＣの値ごとの距離に基づいて、製品の仕様と異なる電池が搭載されている個体を検知する例について説明するが、必ずしも複数のＳＯＣ－ＯＣＶ特性の中央値である必要はない。具体的には、複数のＳＯＣ－ＯＣＶ特性の平均値や最頻値等の他の代表値を使って算出しても良い。また、複数のＳＯＣ－ＯＣＶ特性の中央値等の代表値を用いる構成は、製品の仕様が不明な場合でも製品の仕様と異なる電池が搭載されている個体を検知することができるという特徴があるが、製品の仕様として予めＳＯＣ－ＯＣＶ特性がメモリ等に記録されている場合には、この予め記録されているＳＯＣ－ＯＣＶ特性の値と各ＳＯＣ－ＯＣＶ特性との、ＳＯＣの値ごとの距離を算出するように構成してもよい。典型的には、各種の試験を行うことで、製品の仕様のＳＯＣ－ＯＣＶカーブを導出することができる。

【００６１】

マハラノビス距離ｄは、下記（式３）に示すように、標準偏差σで正規化された距離をいう。

【００６２】

$d^2 = (x - m)^2 / \sigma^2$ ・・・（式３）

ｘは、ＯＣＶの中央値からの各サンプルのユークリッド距離を示す。

【００６３】

ｘは、各サンプルのユークリッド距離の平均値を示す。

【００６４】

σは、各サンプルのユークリッド距離の標準偏差を示す。

【００６５】

図８は、ＳＯＣがある値の、ＳＯＣ－ＯＣＶ特性の中央値と各ＳＯＣ－ＯＣＶ特性とのマハラノビス距離のヒストグラムの一例を示す図である。検知部１１４は、閾値を超える値を外れ値と判定する。当該閾値には例えば、３σの値を使用してもよい。正規分布であれば、９９．７％が３σ以内に収まるため、３σを超える値を外れ値と判定することができる。なお、学習により最適な閾値を適応的に変更していってもよい。検知部１１４は、ＳＯＣの値ごとに外れ値を算出し、外れ値を含むＳＯＣ－ＯＣＶ特性を、カタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されている電動車両３と判定する。

【００６６】

図９は、図７のグラフから、ＳＯＣ－ＯＣＶ特性の中央値と、外れ値を含むＳＯＣ－ＯＣＶ特性を残したグラフを示す図である。ＳＯＣ－ＯＣＶ特性の中央値は上凸のカーブであり、外れ値を含むＳＯＣ－ＯＣＶ特性は下凸のカーブである。即ち、特定の車種のカタログに記載されている正規の電池モジュール４１のＳＯＣ－ＯＣＶ特性が上凸のカーブで

あり、当該カタログに記載されていないが当該車種に搭載されている不正な電池モジュール４１のＳＯＣ－ＯＣＶ特性が下凸のカーブであることが推定される。

【００６７】

図１０は、演算システム１によるカタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されているか否かを検知するための第１処理例の流れを示すフローチャートである。推定部１１３は、同一車種の複数の電動車両３から取得した複数の電池モジュール４１の走行データをもとに、当該車種に搭載されている複数の電池モジュール４１のＳＯＣ－ＯＣＶ特性を推定する（Ｓ２０）。検知部１１４は、複数のＳＯＣ－ＯＣＶ特性の中央値と、各ＳＯＣ－ＯＣＶ特性との距離を、ＳＯＣの値ごとに算出する（Ｓ２１）。検知部１１４は、ＳＯＣの値ごとに、複数の距離の中から外れ値を特定する（Ｓ２２）。検知部１１４は、外れ値を含むＳＯＣ－ＯＣＶ特性を送信してきた電動車両３を、カタログに記載されていない製品仕様と異なる電池モジュール４１を搭載している電動車両３と判定する（Ｓ２３）。

【００６８】

以上の説明では、ＳＯＣ範囲の全ての範囲（０－１００％）において、中央値との距離の外れ値を探索した。この点、中央値との距離の外れ値を探索するＳＯＣ範囲を、所定のＳＯＣ範囲に絞ってもよい。例えば、４０－７０％の範囲において外れ値を探索してもよい。電池の種類によって、ＯＣＶ差が大きくなるＳＯＣ範囲に傾向がある。例えば、三元系リチウムイオン電池の場合、ＳＯＣ範囲の中央部でＯＣＶ差が大きくなりやすく、ＳＯＣ範囲の両端部ではＯＣＶ差が小さくなる傾向にある。

【００６９】

なお、車種ごとにＯＣＶ差が発生しやすいＳＯＣ範囲を学習していってもよい。サンプル数が増えてくると、ＯＣＶ差が発生しやすいＳＯＣ範囲の傾向を把握することができ、外れ値を探索する範囲を、そのＳＯＣ範囲に絞ることにより演算量を削減することができる。

【００７０】

最も演算量を削減するには、同一車種の複数の電動車両３から取得した複数の電池モジュール４１の１点のＳＯＣとＯＣＶの関係をもとに、カタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されているか否かを検知する方法が有効である。

【００７１】

図１１は、演算システム１によるカタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されているか否かを検知するための第２処理例の流れを示すフローチャートである。推定部１１３は、同一車種の複数の電動車両３から取得した複数の電池モジュール４１の走行データをもとに、当該車種に搭載されている複数の電池モジュール４１の、ＳＯＣが特定の値（例えば、５０％）のときのＳＯＣとＯＣＶを特定する（Ｓ３０）。検知部１１４は、ＳＯＣが特定の値のときの複数のＯＣＶの中央値と、各ＯＣＶとの距離を算出する（Ｓ３１）。検知部１１４は、複数の距離の中から外れ値を特定する（Ｓ３２）。検知部１１４は、外れ値を含むＯＣＶを送信してきた電動車両３を、製品仕様と異なる電池モジュール４１を搭載している電動車両３と判定する（Ｓ３３）。

【００７２】

第２処理例では、推定部１１３が、複数点のサンプルデータをもとに近似曲線を生成して、電池モジュール４１ごとのＳＯＣ－ＯＣＶ特性を推定する処理を省略可能である。電池モジュール４１ごとに、ＳＯＣが特定の値のときのＯＣＶの値を取得できていれば、カタログスペックと異なる電池モジュール４１を搭載している電動車両３を検知することが可能である。

【００７３】

第２処理例では、第１処理例より演算量を大幅に削減することができ、処理を高速化することができる。しなしながら判定精度が低下する場合がある。そこで第３処理例では、距離の他に角度を判断基準に追加している。角度を判断基準に追加するには、電池モジュール４１ごとに、複数点のＳＯＣとＯＣＶの関係を使用する必要がある。以下、ＳＯＣと

ＯＣＶの関係を示す３点を使用して、カタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されているか否かを検知する方法を説明する。

【００７４】

図１２は、中央値の３点を結ぶ線の形状を示した図である。図１２では、ＳＯＣが１０％、５０％、９０％のときの３点のＯＣＶを結んでいる。なお、ＯＣＶを抽出する３点は、これらの数値に限定されるものではないが、全体の形状を把握しやすいように、低ＳＯＣ領域、中ＳＯＣ領域、高ＳＯＣ領域からそれぞれ１点を抽出することが好ましい。

【００７５】

図１２では、複数の電池モジュール４１のＳＯＣ－ＯＣＶ特性が描かれているが、電池モジュール４１ごとに、ＳＯＣとＯＣＶの関係を示す３点がプロットされていれば、第３処理例を実施可能である。

【００７６】

図１３は、演算システム１によるカタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されているか否かを検知するための第３処理例の流れを示すフローチャートである。推定部１１３は、同一車種の複数の電動車両３から取得した複数の電池モジュール４１の走行データをもとに、当該車種に搭載されている複数の電池モジュール４１ごとに、ＳＯＣとＯＣＶの関係を示す３点を特定する（Ｓ４０）。３点のＳＯＣごとに、複数のＯＣＶの中央値と、各ＯＣＶとの距離を算出する（Ｓ４１）。検知部１１４は、３点のＳＯＣごとに、複数の距離の中から外れ値を特定する（Ｓ４２）。

【００７７】

検知部１１４は、３点のＯＣＶの中央値を結んだ線と、各電池モジュール４１の３点のＯＣＶを結んだ線の角度をそれぞれ算出する（Ｓ４３）。検知部１１４は、角度が所定値以上、乖離している３点のＯＣＶを結んだ線を特定する（Ｓ４４）。例えば、３点のＯＣＶの中央値を結んだ線との低ＳＯＣ側の角度差と、３点のＯＣＶの中央値を結んだ線との高ＳＯＣ側の角度差の少なくとも一方の角度差が１０°以上である場合、検知部１１４は、３点のＯＣＶの中央値を結んだ線と、対象となっている電池モジュール４１の３点のＯＣＶを結んだ線を、属性が異なる群の線と判定する。

【００７８】

検知部１１４は、距離条件と角度条件の両方において外れている３点のＳＯＣとＯＣＶを送信してきた電動車両３を、製品仕様と異なる電池モジュール４１を搭載している電動車両３と判定する（Ｓ４５）。

【００７９】

なお、検知部１１４は、角度の比較を行うサンプルを、中央値との距離において外れ値を含むデータに絞ってもよい。即ち、検知部１１４は、中央値との距離において外れ値を含まないデータを、角度の比較を行うことなく、カタログに記載された正規の電池モジュール４１のデータと判定する。

【００８０】

また、中央値との距離において外れ値を特定するための閾値を緩く設定してもよい。その際、検知部１１４は、角度の比較を行うサンプルを、当該閾値を超えたデータのうち、当該閾値に近い一部のデータに絞ってもよい。検知部１１４は、当該閾値から遠い残りのデータを無条件に、製品仕様と異なる電池モジュール４１と判定する。

【００８１】

ステップＳ４４において、角度差が所定値以上であるか否かにより属性が異なるか否かを判定したが、３点を結んだ線が上凸か下凸かで、属性が異なるか否かを判定してもよい。図１２に示す例では、３点のＯＣＶの中央値を結んだ線が上凸であるため、検知部１１４は、対象となる３点のＯＣＶを結んだ線が上凸の場合は正規の電池モジュール４１のデータと判定し、下凸の場合は製品仕様と異なる電池モジュール４１のデータと判定する。

【００８２】

なお、図１２、図１３に示す例では、ＳＯＣとＯＣＶの関係を示す３点を使用して、カタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されているか否かを検知する例を説明

した。この点、ＳＯＣとＯＣＶの関係を示す２点を使用して、カタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されているか否かを検知してもよい。その場合、ＯＣＶを抽出する２点は、低ＳＯＣ領域と中ＳＯＣ領域からそれぞれ１点、または中ＳＯＣ領域と高ＳＯＣ領域からそれぞれ１点を抽出することが好ましい。

【００８３】

以上説明したように本実施の形態によれば、同一車種の複数の電動車両３から各電池モジュール４１のデータを収集し、収集したデータを統計処理によりクラスタ分析することにより、カタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されている電動車両３を容易に検知することができる。電池メーカや電池の種別を問わずに検知することができる。

【００８４】

また本実施の形態では、電動車両３の走行データがあれば足り、特殊な検査装置は不要である。各電動車両３の電池システム４０の管理部４２に新しい機能を追加する必要もない。また、事前に各種電池の特性を取得しておく必要もない。したがって、システムの構築や運用にかかる金銭的・時間的なコストを削減することができる。例えば、電池の特性を追加するためのメンテナンス時間も不要である。

【００８５】

以上、本開示を実施の形態をもとに説明した。実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本開示の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【００８６】

上述した実施の形態では、電池モジュール４１ごとの、少なくとも１点のＳＯＣとＯＣＶとの関係をもとに、カタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されているか否かを検知した。この点、電池モジュール４１ごとの、少なくとも１点のＳＯＣと内部抵抗との関係をもとに、カタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されているか否かを検知することもできる。内部抵抗もＳＯＣに対して依存性がある。ＳＯＣと内部抵抗の関係は電池の種別により異なるが、一般的に、ＳＯＣ範囲の両端部で内部抵抗が高くなる傾向がある。

【００８７】

内部抵抗Ｒは、下記（式４）、下記（式５）により算出することができる。

【００８８】

Ｒ＝（ＣＣＶｄ－ＯＣＶｄ）／Ｉｄ　・・・（式４）

Ｒ＝（ＣＣＶｃ－ＯＣＶｃ）／Ｉｃ　・・・（式５）

ＣＣＶ（Ｃｌｏｓｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ　Ｖｏｌｔａｇｅ）ｄは放電時の電圧、ＣＣＶｃは充電時の電圧、Ｉｄは放電電流、Ｉｃは充電電流である。

【００８９】

ＯＣＶの代わりに内部抵抗を使用する場合、電池モジュール４１が休止状態とみなせる期間以外のデータも使用することができる。例えば、走行中に計測された電圧をＣＣＶｄ、電流をＩｄ、走行開始の直前に計測された電圧をＯＣＶｄとして上記（式４）に代入することにより、内部抵抗Ｒを推定することができる。

【００９０】

上記実施の形態では、四輪の電動車両３に、カタログスペックと異なる電池モジュール４１が搭載されているか否かを検知する例を想定した。この点、電動車両３は二輪の電動バイク（電動スクータ）または電気自転車であってもよい。また、電動車両３には、ゴルフカートや、ショッピングモールやエンタテイメント施設などで使用されるランドカーなどの低速の電動車両３も含まれる。

【００９１】

また、電池モジュール４１が搭載される製品は電動車両３に限るものではない。例えば、電動船舶、鉄道車両、マルチコプタ（ドローン）などの電動移動体も含まれる。また、電池モジュール４１が搭載される製品には、定置型蓄電システム、民生用の電子機器（スマートフォン、ノートＰＣなど）も含まれる。いずれの場合も、同一製品ごとに、電池モ

ジュール４１の運用データを収集すれば、各個体が製品仕様と異なる電池モジュール４１を搭載しているか否かを検知することができる。

【００９２】

なお、実施の形態は、以下の項目によって特定されてもよい。

【００９３】

［項目１］

同一製品（３）に搭載された電池（Ｅ１、４１）の電圧、ＳＯＣ（Ｓｔａｔｅ　Ｏｆ　Ｃｈａｒｇｅ）を少なくとも含む運用データを、前記製品（３）の複数の個体からネットワーク（５）を経由して取得するデータ取得部（１１１）と、

取得された複数の運用データを統計処理して、前記製品（３）の仕様と異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている個体を検知する検知部（１１４）と、

を備えることを特徴とする演算システム（１）。

【００９４】

電池（Ｅ１、４１）は、セルＥ１であってもよいし、モジュール４１であってもよい。

【００９５】

これによれば、カタログスペックと異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている製品（３）を容易に検知することができる。

【００９６】

［項目２］

前記データ取得部（１１１）は、前記製品（３）の各個体側で計測された複数の時刻の電圧、電流、ＳＯＣを少なくとも含む運用データを、各個体から取得し、

前記演算システム（１）は、

前記複数の運用データにそれぞれ含まれる複数の時刻のＳＯＣと電圧の組から、前記電流をもとに特定される前記電池（Ｅ１、４１）が休止状態とみなせる期間のＳＯＣと電圧の組を、サンプルデータとして抽出する抽出部（１１２）と、

抽出されたサンプルデータをもとに、前記製品（３）の複数の個体にそれぞれ搭載された複数の電池（Ｅ１、４１）のＳＯＣ－ＯＣＶ（Ｏｐｅｎ　Ｃｉｒｃｕｉｔ　Ｖｏｌｔａｇｅ）特性を推定する推定部（１１３）と、をさらに備えることを特徴とする項目２に記載の演算システム（１）。

【００９７】

これによれば、製品（３）の個体から取得した運用データをもとに推定したＳＯＣ－ＯＣＶ特性をもとに、カタログスペックと異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている製品（３）を容易かつ高精度に検知することができる。

【００９８】

［項目３］

前記検知部（１１４）は、前記複数の電池（Ｅ１、４１）のＳＯＣ－ＯＣＶ特性の代表値からの外れ度合いをもとに、前記製品（３）の仕様と異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている個体を検知することを特徴とする項目２に記載の演算システム（１）。

【００９９】

代表値は例えば、中央値、平均値、最頻値のいずれかであってもよい。

【０１００】

これによれば、ＳＯＣ－ＯＣＶ特性の代表値からの外れ度合いを参照することにより、カタログスペックと異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている製品（３）を容易かつ高精度に検知することができる。

【０１０１】

［項目４］

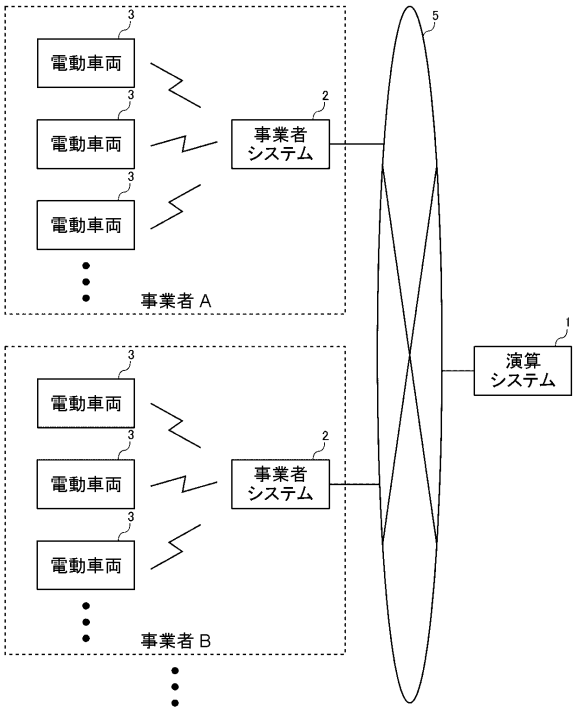
前記検知部（１１４）は、前記製品（３）の仕様のＳＯＣ－ＯＣＶ特性として予め記録されている値からの外れ度合いをもとに、前記製品（３）の仕様と異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている個体を検知することを特徴とする項目２に記載の演算システム（１）。

【０１０２】
これによれば、製品（３）の仕様のＳＯＣ－ＯＣＶ特性として予め記録されている値からの外れ度合いを参照することにより、カタログスペックと異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている製品（３）を容易かつ高精度に検知することができる。
【０１０３】
［項目５］
前記検知部（１１４）は、前記複数の電池（Ｅ１、４１）のＳＯＣ－ＯＣＶ特性において、所定のＳＯＣ範囲のデータを使用して、前記製品（３）の仕様と異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている個体を検知することを特徴とする項目２に記載の演算システム（１）。
【０１０４】
これによれば、ＳＯＣ範囲の全範囲のデータを使用する場合と比較して、演算量を削減することができる。
【０１０５】
［項目６］
前記データ取得部（１１１）は、前記製品（３）の各個体側で計測された少なくとも１つの時刻の電圧、電流、ＳＯＣを少なくとも含む運用データを、各個体から取得し、
前記演算システム（１）は、
前記複数の運用データにそれぞれ含まれる、少なくとも１つのＳＯＣと電圧の組から、前記電流をもとに特定される前記電池（Ｅ１、４１）が休止状態とみなせる期間のＳＯＣと電圧の組を、サンプルデータとして抽出する抽出部（１１２）と、
抽出されたサンプルデータをもとに、前記製品（３）の複数の個体にそれぞれ搭載された複数の電池（Ｅ１、４１）の、少なくとも１点の特定の値のＳＯＣと、ＯＣＶ（Ｏｐｅｎ　Ｃｉｒｃｕｉｔ　Ｖｏｌｔａｇｅ）の関係を特定する特定部（１１３）と、をさらに備え、
前記検知部（１１４）は、前記複数の電池（Ｅ１、４１）の、少なくとも１点の特定の値のＳＯＣと、ＯＣＶの関係をもとに、前記製品（３）の仕様と異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている個体を検知することを特徴とする項目１に記載の演算システム（１）。
【０１０６】
これによれば、演算量を抑制しつつ、カタログスペックと異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている製品（３）を検知することができる。
【０１０７】
［項目７］
前記検知部（１１４）は、前記複数の電池（Ｅ１、４１）のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点の各代表値と、各電池（Ｅ１、４１）のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点の各値との距離の外れ度合いと、前記複数点の代表値を結んだ線と、各電池（Ｅ１、４１）のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点を結んだ線との角度の乖離度をもとに、前記製品（３）の仕様と異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている個体を検知することを特徴とする項目６に記載の演算システム（１）。
【０１０８】
これによれば、演算量を抑制しながら、比較的高精度に、カタログスペックと異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている製品（３）を検知することができる。
【０１０９】
［項目８］
前記検知部（１１４）は、前記製品（３）の仕様のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点の各値と、各電池（Ｅ１、４１）のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点の各値との距離の外れ度合いと、前記製品（３）の仕様のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点の各値を結んだ線と、各電池（Ｅ１、４１）のＳＯＣとＯＣＶの関係を示す複数点を結んだ線との角度の乖離度をもとに、前記製品（３）の仕様と異なる電池が搭載されている個体を検知することを特徴とする項目６に記載の演算システム（１）。

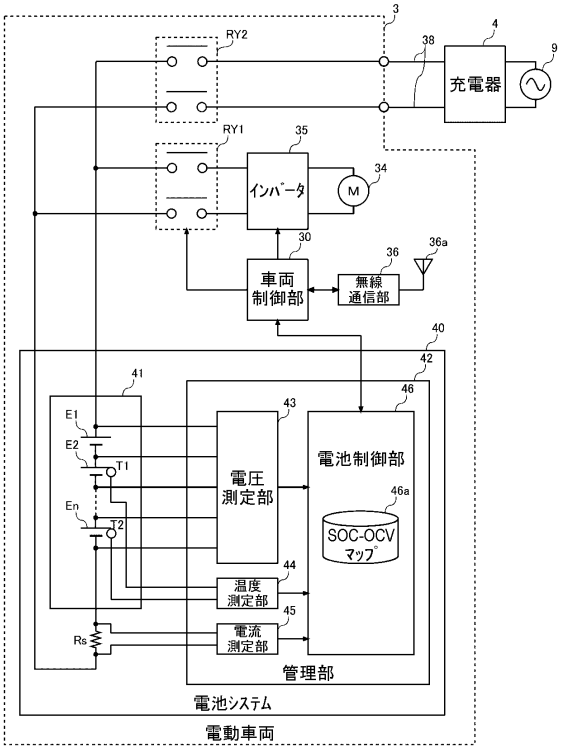
【０１１０】
これによれば、演算量を抑制しながら、比較的高精度に、カタログスペックと異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている製品（３）を検知することができる。
【０１１１】
［項目９］
前記データ取得部（１１１）は、前記製品（３）の各個体側で計測された少なくとも１つの時刻の電圧、電流、ＳＯＣを少なくとも含む運用データを、各個体から取得し、
前記演算システム（１）は、
前記複数の運用データをもとに、前記製品（３）の複数の個体にそれぞれ搭載された複数の電池（Ｅ１、４１）の、少なくとも１点の特定の値のＳＯＣと、内部抵抗の関係を特定する特定部（１１３）と、をさらに備え、
前記検知部（１１４）は、前記複数の電池（Ｅ１、４１）の、少なくとも１点の特定の値のＳＯＣと、内部抵抗の関係をもとに、前記製品（３）の仕様と異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている個体を検知することを特徴とする項目１に記載の演算システム（１）。
【０１１２】
［項目１０］
同一製品（３）に搭載された電池（Ｅ１、４１）の電圧、ＳＯＣ（Ｓｔａｔｅ　Ｏｆ　Ｃｈａｒｇｅ）を少なくとも含む運用データを、前記製品（３）の複数の個体からネットワーク（５）を経由して取得するステップと、
取得された複数の運用データを統計処理して、前記製品（３）の仕様と異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている個体を検知するステップと、
を有することを特徴とする電池の検査方法。
【０１１３】
これによれば、カタログスペックと異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている製品（３）を容易に検知することができる。
【０１１４】
［項目１１］
同一製品（３）に搭載された電池（Ｅ１、４１）の電圧、ＳＯＣ（Ｓｔａｔｅ　Ｏｆ　Ｃｈａｒｇｅ）を少なくとも含む運用データを、前記製品（３）の複数の個体からネットワーク（５）を経由して取得する処理と、
取得された複数の運用データを統計処理して、前記製品（３）の仕様と異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている個体を検知する処理と、
をコンピュータに実行させることを特徴とする電池の検査プログラム。
【０１１５】
これによれば、カタログスペックと異なる電池（Ｅ１、４１）が搭載されている製品（３）を容易に検知することができる。
【符号の説明】
【０１１６】
１　演算システム、　２　事業者システム、　Ｅ１－Ｅｎ　セル、　Ｔ１，Ｔ２　温度センサ、　ＲＹ１，ＲＹ２　リレー、　３　電動車両、　４　充電器、　５　ネットワーク、　１１　処理部、　１１１　データ取得部、　１１２　抽出部、　１１３　推定部、
１１４　検知部、　１２　記憶部、　１２１　走行データ保持部、　１２２　ＳＯＣ－ＯＣＶ特性保持部、　２１　処理部、　２２　記憶部、　２２１　走行データ保持部、　２２２　運転者データ保持部、　２３　表示部、　２４　操作部、　３０　車両制御部、
３４　モータ、　３５　インバータ、　３６　無線通信部、　３６ａ　アンテナ、　３８　充電ケーブル、　４０　電池システム、　４１　電池モジュール、　４２　管理部、
４３　電圧測定部、　４４　温度測定部、　４５　電流測定部、　４６　電池制御部、
４６ａ　ＳＯＣ－ＯＣＶマップ。

【図面】

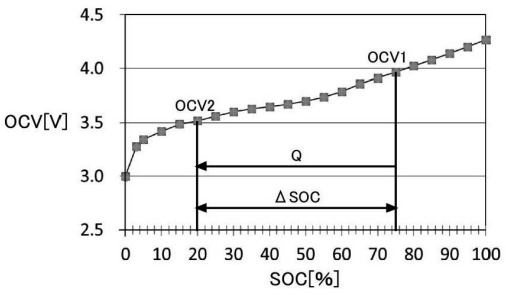
【図１】


電動車両
電動車両
電動車両
事業者 A
事業者システム
電動車両
電動車両
電動車両
事業者 B
事業者システム
演算システム

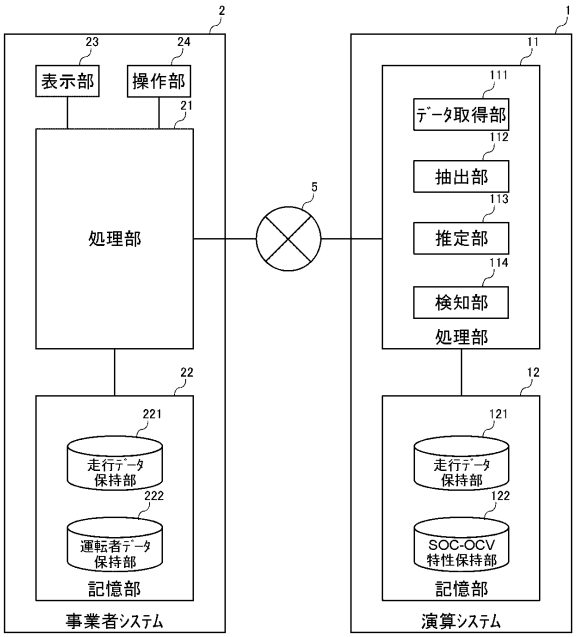
【図２】


RY2
RY1
充電器
インバータ
M
車両制御部
無線通信部
E1
E2
T1
En
T2
Rs
電圧測定部
温度測定部
電流測定部
電池制御部
SOC-OCV マップ
管理部
電池システム
電動車両

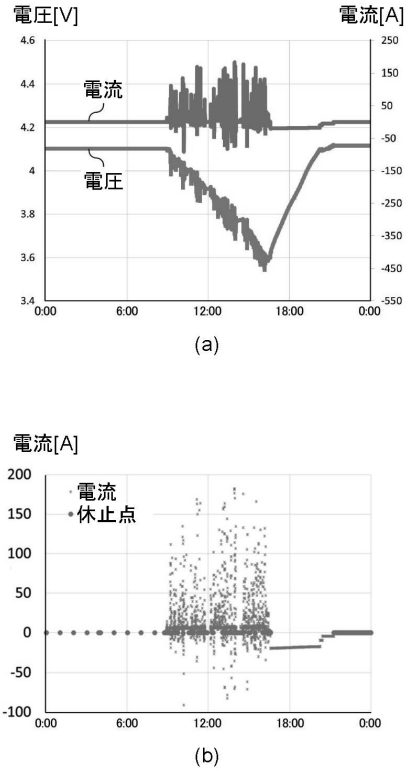
【図３】


OCV[V]
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
OCV1
OCV2
Q
ΔSOC
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
SOC[%]

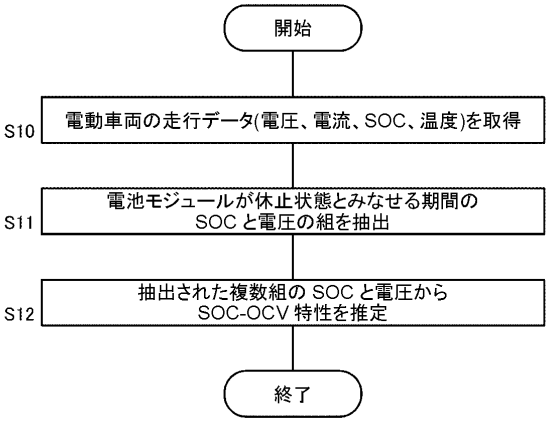
【図４】


表示部
操作部
処理部
走行データ保持部
運転者データ保持部
記憶部
事業者システム
データ取得部
抽出部
推定部
検知部
処理部
走行データ保持部
SOC-OCV 特性保持部
記憶部
演算システム

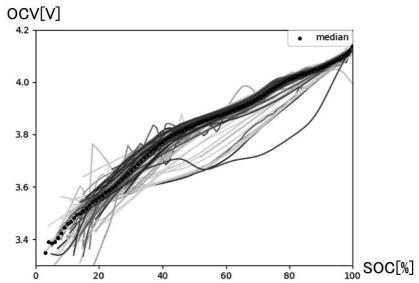
【図５】


電圧[V]
電流[A]
電流
電圧
(a)
電流[A]
電流
休止点
(b)

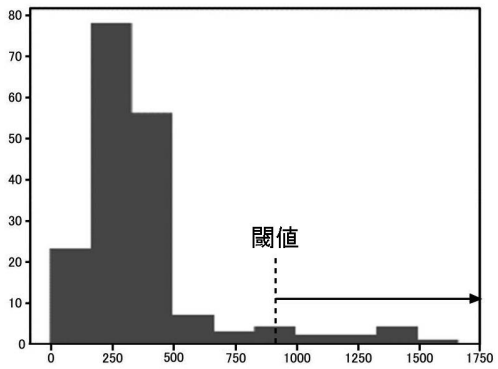
【図６】


開始
S10
電動車両の走行データ(電圧、電流、SOC、温度)を取得
S11
電池モジュールが休止状態とみなせる期間の
SOC と電圧の組を抽出
S12
抽出された複数組の SOC と電圧から
SOC-OCV 特性を推定
終了

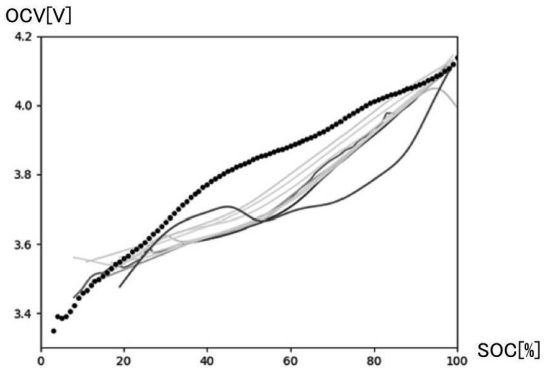
【図７】


OCV[V]
median
SOC[%]

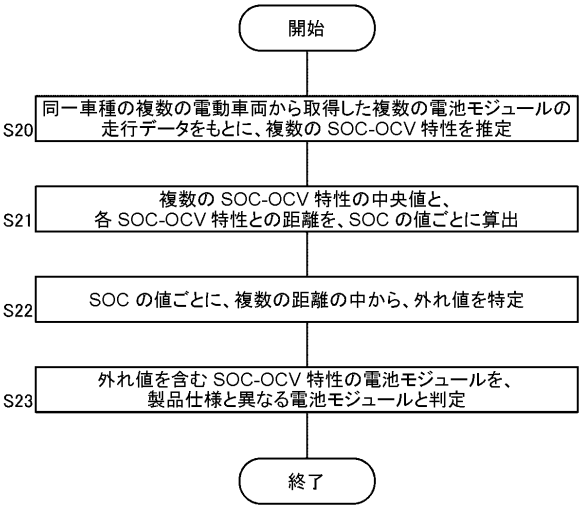
【図８】


閾値

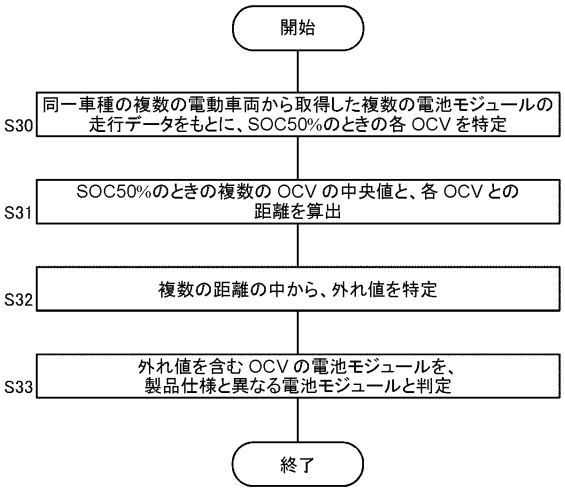
【図９】



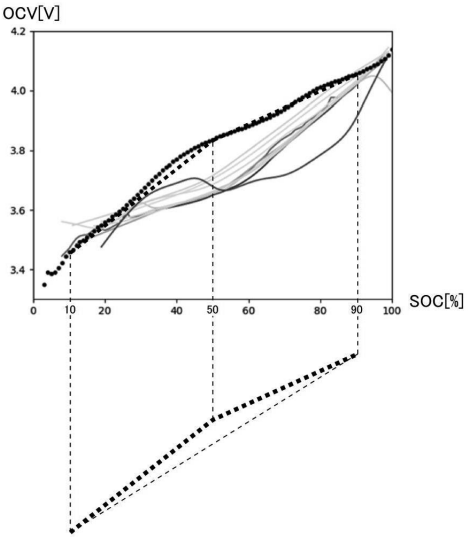
【図１０】



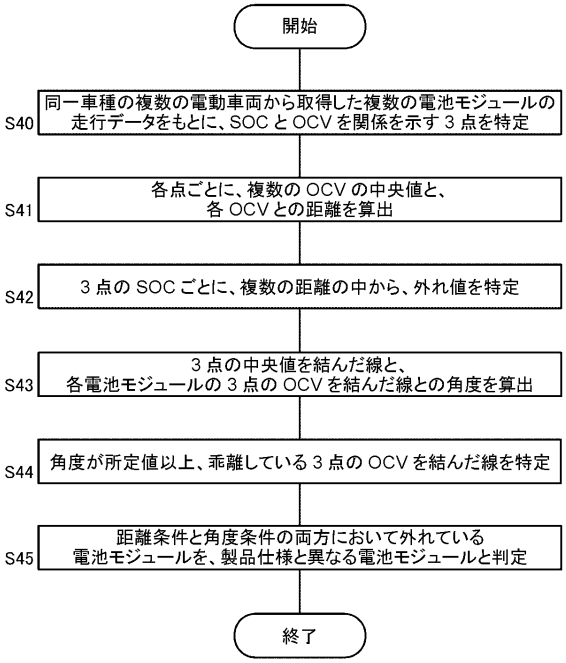
【図１１】



【図１２】



【図１３】


開始
S40
同一車種の複数の電動車両から取得した複数の電池モジュールの走行データをもとに、SOC と OCV を関係を示す 3 点を特定
S41
各点ごとに、複数の OCV の中央値と、各 OCV との距離を算出
S42
3 点の SOC ごとに、複数の距離の中から、外れ値を特定
S43
3 点の中央値を結んだ線と、各電池モジュールの 3 点の OCV を結んだ線との角度を算出
S44
角度が所定値以上、乖離している 3 点の OCV を結んだ線を特定
S45
距離条件と角度条件の両方において外れている電池モジュールを、製品仕様と異なる電池モジュールと判定
終了

フロントページの続き

(51)国際特許分類　　ＦＩ
Ｈ０２Ｊ　7/00　(2006.01)　　Ｈ０２Ｊ　7/00　Ｑ

(56)参考文献　国際公開第２０２０／０４５０３３（WO，Ａ１）
特開２０１８－１１６８３９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－０１９６６４（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１９／００３６３５６（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｒ３１／３６－３１／３９６
Ｈ０１Ｍ１０／４２－１０／４８
Ｈ０２Ｊ７／００－７／１２
Ｈ０２Ｊ７／３４－７／３６
Ｈ０２Ｊ１３／００