

(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2020-119712  
(P2020-119712A)

(43) 公開日 令和2年8月6日(2020.8.6)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
HO 1 M	10/48	(2006.01)	HO 1 M	10/48	P	2 G 2 1 6		
HO 1 M	10/42	(2006.01)	HO 1 M	10/42	P	5 G 0 6 4		
GO 1 R	31/36	(2020.01)	HO 1 M	10/48	3 0 1	5 G 0 6 6		
HO 2 J	13/00	(2006.01)	GO 1 R	31/36	A	5 G 5 0 3		
HO 2 J	3/32	(2006.01)	HO 2 J	13/00	3 1 1 R	5 H 0 3 0		

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-8718 (P2019-8718)  
(22) 出願日 平成31年1月22日 (2019.1.22)

(71) 出願人 000003078  
株式会社東芝  
東京都港区芝浦一丁目1番1号  
(71) 出願人 317015294  
東芝エネルギーシステムズ株式会社  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34  
(74) 代理人 100091982  
弁理士 永井 浩之  
(74) 代理人 100091487  
弁理士 中村 行孝  
(74) 代理人 100105153  
弁理士 朝倉 悟  
(74) 代理人 100107582  
弁理士 関根 毅

最終頁に続く

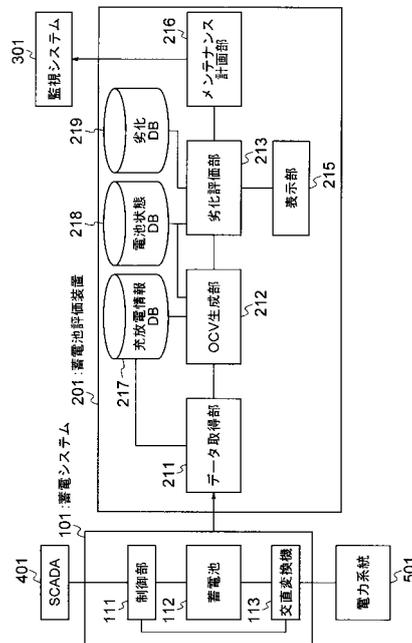
(54) 【発明の名称】 蓄電池評価装置、蓄電池評価方法及び蓄電池評価システム

(57) 【要約】

【課題】通常稼働している蓄電システムから得られる情報を用いて蓄電装置を評価する。

【解決手段】本発明の実施形態としての蓄電池評価装置は、充放電指令値に従って充放電制御される蓄電装置から測定期間において測定される電圧値に基づき、前記蓄電装置の充電量と前記電圧値とを含むデータ列を取得するデータ取得部と、前記データ列に基づき、前記充電量に対する前記電圧値の代表データを生成するデータ生成部と、複数の前記測定期間に対応する複数の前記移動平均データ間の相対的な変化に基づいて、前記蓄電装置の劣化状態を評価する劣化評価部と、を備える。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

充放電指令値に従って充放電制御される蓄電装置から測定期間において測定される電圧値に基づき、前記蓄電装置の充電量と前記電圧値とを含むデータ列を取得するデータ取得部と、

前記データ列に基づき、前記充電量に対する前記電圧値の代表データを生成するデータ生成部と、

複数の前記測定期間に対応する複数の前記代表データ間の相対的な変化に基づいて、前記蓄電装置の劣化状態を評価する劣化評価部と、

を備えた蓄電池評価装置。

10

**【請求項 2】**

前記データ生成部は、前記データ列を前記充電量の順にソートし、ソートされたデータ列に基づき、前記代表データとして、前記充電量に対する前記電圧値の移動平均データを生成する

請求項 1 に記載の蓄電池評価装置。

**【請求項 3】**

前記劣化評価部は、前記電圧値の閾値に対応する前記充電量を、複数の前記移動平均データにおいて特定し、特定した前記充電量間の相対的な変化に基づいて、前記蓄電装置の劣化状態を評価する

請求項 2 に記載の蓄電池評価装置。

20

**【請求項 4】**

前記閾値は、複数の前記移動平均データの最大電圧のうちの最小値である

請求項 3 に記載の蓄電池評価装置。

**【請求項 5】**

複数の前記移動平均データのうち第 1 の移動平均データは、複数の前記測定期間のうち第 1 の測定期間に対応し、第 2 の移動平均データは、第 2 の測定期間に対応し、

前記劣化評価部は、前記第 1 の移動平均データの前記閾値における前記充電量に対する、前記第 2 の移動平均データの前記閾値における前記充電量の比に基づき、前記第 2 の測定期間における前記蓄電装置の劣化状態を評価する

請求項 3 又は 4 に記載の蓄電池評価装置。

30

**【請求項 6】**

前記データ生成部は、前記ソートされたデータ列における位置に窓枠を適用し、前記窓枠内のデータ列に基づいて前記電圧値の平均を計算し、前記窓枠の位置の移動と前記平均の計算を繰り返すことにより、前記移動平均データを生成する

請求項 2 に記載の蓄電池評価装置。

**【請求項 7】**

前記測定期間内の充放電指令値の第 1 分布と、前記測定期間のうち前記位置の前記窓枠に対応する部分期間内の充放電指令値の第 2 分布とを算出し、前記第 2 分布が前記第 1 分布と等価か否かを判断し、前記第 2 分布と前記第 1 分布とが等価でない場合は、前記第 2 分布が前記第 1 分布に等価になるように前記部分期間内の充放電指令値のトリミング処理を行うトリミング処理部を備え、

前記データ生成部は、前記第 2 分布が前記第 1 分布と等価になった場合は、前記部分期間内の前記トリミング処理後の充放電指令値に対応するデータに基づいて前記平均を計算する

請求項 6 に記載の蓄電池評価装置。

40

**【請求項 8】**

前記測定期間内の充放電指令値の第 1 分布と、前記測定期間のうち前記位置の前記窓枠に対応する部分期間内の充放電指令値の第 2 分布とを算出し、前記第 2 分布が前記第 1 分布と等価か否かを判断するトリミング処理部を備え、

前記データ生成部は、前記第 2 分布が前記第 1 分布と等価でない場合は、前記位置の前

50

記窓枠における前記電圧値の平均を用いずに、前記移動平均データを生成する  
請求項 6 に記載の蓄電池評価装置。

【請求項 9】

前記データ取得部は、前記蓄電装置から前記蓄電装置の温度情報を取得し、  
前記データ生成部は、前記測定期間における前記蓄電装置の代表温度を計算し、  
前記劣化評価部は、第 1 ~ 第 3 の測定期間の順番に前記蓄電装置の劣化評価を行い、前記第 2 の測定期間の前記代表温度が前記第 1 の前記代表温度から変化した場合は、前記第 2 の測定期間の前記劣化状態を、前記第 1 の測定期間の前記劣化状態と同じに決定し、前記第 2 の測定期間の前記代表データを基準として前記第 3 の測定期間の前記劣化状態を評価する、

10

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の蓄電池評価装置。

【請求項 10】

充放電指令値に従って充放電制御される蓄電装置から測定期間において測定される電圧値に基づき、前記蓄電装置の充電量と前記電圧値とを含むデータ列を取得し、  
前記データ列に基づき、前記充電量に対する前記電圧値の代表データを生成し、  
複数の前記測定期間に対応する複数の前記移動平均データ間の相対的な変化に基づいて、前記蓄電装置の劣化状態を評価する  
蓄電池評価方法。

【請求項 11】

充電又は放電を指示する充放電指令値に応じて充放電する蓄電装置と、  
蓄電池評価装置とを備え、  
前記蓄電池評価装置は、前記蓄電装置から測定期間において測定される電圧値に基づき、前記蓄電装置の充電量と前記電圧値とを含むデータ列を取得するデータ取得部と、  
前記データ列に基づき、前記充電量に対する前記電圧値の代表データを生成するデータ生成部と、  
複数の前記測定期間に対応する複数の前記移動平均データ間の相対的な変化に基づいて、前記蓄電装置の劣化状態を評価する劣化評価部と、  
を備えた蓄電池評価システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明の実施形態は、蓄電池評価装置、蓄電池評価方法及び蓄電池評価システムに関する。

【背景技術】

【0002】

電力系統が供給する電力の安定や、電力系統における周波数変動の抑制など、電力品質の向上のために、蓄電システム (BESS: Battery Energy Storage System) が利用される。蓄電システムを長期にわたって運用していくために、蓄電システムの劣化状態を評価することが必要である。蓄電システムは、系統の電力品質向上の用途では、基本的に 24 時間 / 365 日運転稼働する。このため、蓄電システムの劣化評価を行う場合、蓄電システムの稼働を停止させずに、当該劣化評価を行うことが望まれる。

40

【0003】

劣化評価の方法として、事前に蓄電システムを通常稼働させたデータを取得し、そのデータに基づいて作成した教師データを格納したデータベースを作成する方法がある。この方法では、作成したデータベースと、運用中の蓄電システムの測定データとに基づき劣化状態を評価する。しかしながら、この方法では、データベースに収納する教師データを得る必要があるため、運用を開始できるまで時間を要する問題がある。また蓄電システムで利用する蓄電池の種類が変わると、データベースを新たに作成する必要が生じ、評価対象となる蓄電システムが複数種類ある場合には、手間とコストもかかる。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4668015号公報

【特許文献2】特許第5017084号公報

【特許文献3】特許第6134438号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の実施形態は、通常稼働している蓄電システムから得られる情報を用いて蓄電装置を評価できる蓄電池評価装置、蓄電池評価方法及び蓄電池評価システムを提供する。 10

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の実施形態としての蓄電池評価装置は、充放電指令値に従って充放電制御される蓄電装置から測定期間において測定される電圧値に基づき、前記蓄電装置の充電量と前記電圧値とを含むデータ列を取得するデータ取得部と、前記データ列に基づき、前記充電量に対する前記電圧値の代表データを生成するデータ生成部と、複数の前記測定期間に対応する複数の前記代表データ間の相対的な変化に基づいて、前記蓄電装置の劣化状態を評価する劣化評価部と、を備える。

【図面の簡単な説明】 20

【0007】

【図1】第1の実施形態に係る蓄電池評価システムの全体構成のブロック図。

【図2】蓄電池の構成例を示す図。

【図3】電池モジュールの構成の一例を示す図。

【図4】充放電情報DBの例を示す図。

【図5】QVデータのグラフ例を示す図。

【図6】QVデータを、SOCの昇順にソートした例を示す図。

【図7】ソート後のQVデータのグラフ例を示す図。

【図8】OCVグラフの例を示す図。

【図9】電池状態DBの例を示す図。 30

【図10】複数の測定期間に対応する充放電データのグラフ例を示す図。

【図11】図10の各充放電データをSOCによりソートし、ソート後のデータのグラフの例を示す図。

【図12】複数の測定期間のOCVデータのグラフの例を示す図。

【図13】図12のQV平面に、閾値の直線を配置した例を示す図。

【図14】劣化DBの一例を示す図。

【図15】蓄電池評価装置の動作例のフローチャート。

【図16】第2の実施形態に係る蓄電池評価装置の動作の一例のフローチャート。

【図17】第3の実施形態に係る蓄電池評価装置のブロック図。

【図18】充放電指令値の分布の例を示す図。 40

【図19】第3の実施形態に係る蓄電池評価装置の動作の一例のフローチャート。

【図20】本発明の実施形態に係る蓄電池評価装置のハードウェア構成例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。

【0009】

図1は、本実施形態に係る蓄電池評価システムの全体構成のブロック図である。蓄電池評価システムは、評価対象となる蓄電池を含む蓄電システム(ESS: Energy Storage System)101と、蓄電池を評価する蓄電池評価装置201と、監視システム301とを備える。蓄電池は二次電池とも呼ばれる。以下では蓄電池に呼び方 50

を統一する。

【0010】

蓄電システム101は、通信ネットワークを介して、SCADA401に接続されている。SCADA401(Supervisory Control And Data Acquisition)は、地域内に存在する様々な蓄電システム(ESS)を1つの大型ESSに見立て、個々のESSに、時間に応じて充電指令値及び放電指令値の少なくとも一方(以下、充放電指令値)を送ることにより、個々のESSの充電及び放電の少なくとも一方(以下、充放電)を制御する。充放電指令値には、充放電の実行時刻が付加されていてもよい。あらかじめ時刻同期がされている場合などは、充放電指令値に実行時刻を付加しない構成も可能である。SCADA401は、一例として、電力会社の中央給電指令所など、上位のエネルギー・マネジメント・システムからの指令、または下位の配電側の個々のエネルギー管理システム(Energy Management System)からの指令、またはこれらの両方等に基づき、個々のESSの充放電の制御を行う。

10

【0011】

蓄電システム101は、SCADA401からの充放電指令値に応じて、電力系統501との間で蓄電池の充放電を行う機能を有する。蓄電システム101は、制御部111と、蓄電池112と、交直変換機113とを備える。交直変換機113は、電力系統501に接続されている。交直変換機113と電力系統501との間に、変圧器が存在してもよい。

20

【0012】

制御部111は、SCADA401から充放電指令値を受信し、当該充放電指令値および蓄電池112の充電量に基づき、交直変換機113に対する実行可能な充放電指令値を生成する。SCADA401の充放電指令値と区別するため、便宜上、制御部111が生成した充放電指令値を、充放電命令と称する場合がある。制御部111は、生成した充放電命令に基づき交直変換機113を制御して、蓄電池112の充放電を行う。

【0013】

交直変換機113は、電力系統501と蓄電池112間を接続し、電力系統501側の交流電力と蓄電池112側の直流電力とを、双方向に変換する機能を有する。交直変換機113は、単一のAC/DCコンバータを含む構成でも良いし、AC/DCコンバータ、DC/DCコンバータ、AC/ACコンバータのうちの2種類以上のコンバータを任意に接続した構成でもよい。交直変換機113は、制御部111から提供される充放電命令に応じて、蓄電池112に放電指示又は充電指示を出力する。これにより、蓄電池112の充放電を行う。

30

【0014】

蓄電池112は、電気エネルギーを充電および放電可能な蓄電池である。蓄電池112に蓄積されている電力量を充電量又は電荷量と呼ぶ。本実施形態では蓄電池112が電力系統用であるが、蓄電池112が、自動車、鉄道又は産業機器などのマシンに用いられるものであってもよい。

【0015】

蓄電池112は、1つ以上の電池盤を備え、各電池盤は、一例として、1つ以上の電池モジュールと、1つのBMU(Battery Management Unit:電池監視部)とを備える。各電池モジュールは、複数の単位電池(セル)を備える。

40

【0016】

蓄電池112は、交直変換機113から受信した放電指示に応じて、セル群に蓄電している電力を交直変換機113に放電する。蓄電池112は、交直変換機113から受信した充電指示に応じて、電力系統501から供給される電力をセル群に充電する。セル、電池モジュール、電池盤および蓄電池112は、それぞれいずれも、電気エネルギーを内部に蓄積する蓄電装置の一形態である。

【0017】

以下、蓄電池112の構成例について詳細に説明する。

50

## 【 0 0 1 8 】

図 2 は、蓄電池 1 1 2 の構成例を示す図である。蓄電池 1 1 2 は、複数の電池盤 1 1 が並列に接続された電池アレイを含む。各電池盤 1 1 において、複数の電池モジュール 1 2 が直列に接続されている。各電池盤 1 1 は、B M U 1 3 を備えている。複数の電池モジュール 1 2 が並列に接続されてもよいし、複数の電池モジュール 1 2 が直並列に接続されてもよい。また、複数の電池盤が、直列または直並列に接続されていてもよい。B M U 1 3 は、蓄電池評価装置 2 0 1 に対して情報を送受信する通信部を備えていてもよい。当該通信部は、電池盤 1 1 の内部に配置されていても、電池盤 1 1 の外部に配置されていてもよい。

## 【 0 0 1 9 】

図 3 は、各電池モジュール 1 2 の構成の一例を示す図である。電池モジュール 1 2 は、直並列に接続された複数のセル 1 4 を備える。複数のセル 1 4 が直列に接続された構成、並列に接続された構成、および直列と並列を組み合わせた構成も可能である。電池モジュール 1 2 が C M U ( C e l l M o n i t o r i n g U n i t : セル監視部 ) を備えていてもよい。各セル 1 4 は、充放電が可能な単位電池である。例えば、リチウムイオン電池、リチウムイオンポリマー電池、鉛蓄電池、ニッケルカドミウム電池、ニッケル水素電池などが挙げられる。

## 【 0 0 2 0 】

各セル 1 4 に対して、電圧、電流、温度等のパラメータを測定する計測部 ( 図示せず ) が配置されている。同様に、各電池モジュール 1 2 に対して、電池モジュールの電圧、電流、温度等のパラメータを測定する計測部 ( 図示せず ) が配置されている。また、各電池盤 1 1 に対して、電池盤の電圧、電流、温度等のパラメータを測定する計測部 ( 図示せず ) が配置されている。また電池アレイに対して、電池アレイの電圧、電流、温度等のパラメータを測定する計測部 ( 図示せず ) が配置されている。ここでは、セル、電池モジュール、電池盤、および電池アレイのすべての種類に対して、電圧、電流、温度等を測定する計測部が配置されているとしたが、これらの一部の種類にのみ配置されていてもよい。また、すべてのセルではなく、一部のセル、一部の電池モジュール、一部の電池盤にのみ計測部が配置されてもよい。また、各計測部は、電圧、電流、温度以外に、湿度など他のパラメータを測定してもよい。なお、計測部のサンプリング頻度は、充放電指令値の受信頻度により高くても、充放電指令値の受信頻度と同じでも、充放電指令値の受信頻度より低くてもよい。

## 【 0 0 2 1 】

蓄電池 1 1 2 は、蓄電池 1 1 2 の測定データを蓄電池評価装置 2 0 1 に送出する。測定データは、計測部により測定されたパラメータ ( 電圧、電流、温度等 ) および測定時刻を含む。測定時刻は、蓄電池 1 1 2 内又は蓄電システム 1 0 1 に時計を配置しておき、パラメータの取得時に当該時計の時刻を取得してもよい。なお、蓄電池評価装置 2 0 1 内に時計を設けておき、蓄電池評価装置 2 0 1 が蓄電池 1 1 2 から測定データを取得した時に、取得した測定データに、時計の時刻を関連づけてもよい。この場合、蓄電システム 1 0 1 は、蓄電池評価装置 2 0 1 に送出する測定データに測定時刻を含めなくてもよい。

## 【 0 0 2 2 】

本実施形態では、蓄電池 1 1 2 の劣化状態を評価する例を示すが、ここでいう蓄電池 1 1 2 の評価とは、蓄電池 1 1 2 に含まれる電池セルすべての集合体を評価することであり、蓄電池に含まれる計測部や、セル監視部、コントローラを評価するのとは異なる。また、本実施形態は、セル単体から、セルが複数集まった集合の階層構造まで、測定値が取得できる限り、任意の階層に対して評価を行うことができる。本実施形態に係る蓄電装置の評価は、セル、電池モジュール ( 実際には電池モジュールに含まれるセルの集合体 ) 、電池盤 ( 実際には電池盤に含まれるセルの集合体 ) など、任意の電池セル集合単位を評価することを含む。

## 【 0 0 2 3 】

図 1 の蓄電池評価装置 2 0 1 は、データ取得部 2 1 1、O C V ( O p e n C i r c u

10

20

30

40

50

it Voltage) 生成部 212、劣化評価部 213、表示部 215、メンテナンス計画部 216、充放電情報データベース (DB) 217、電池状態 DB 218、及び劣化 DB 219 を備える。

【0024】

データ取得部 211 は、蓄電池 112 から測定データを取得する。一例として、データ取得部 211 は、測定期間において測定される電圧値に基づき、充電量と電圧値とを含むデータ列を取得する。また、データ取得部 211 は、蓄電システム 101 の制御部 111 から、充放電指令値を取得する。充放電指令値には、充放電の実行時刻が付加されている。取得する充放電指令値は、一例として、制御部 111 が生成した充放電指令値に対応する。データ取得部 211 は、一例として、測定データ及び充放電指令値の取得を一定時間毎に行う。データ取得部 211 は、取得した測定データ及び充放電指令値を含む充放電データを、充放電情報 DB 217 に出力する。

10

【0025】

充放電情報 DB 217 は、データ取得部 211 から受けた充放電データを内部に格納する。

【0026】

図 4 に、充放電情報 DB 217 の例を示す。時刻  $t_1 \sim t_n$  の時系列データとして、充放電指令値、充電量、電圧及び温度等を含む充放電データが格納されている。時刻  $t_1 \sim t_n$  はサンプル時刻に対応する。図 4 に示した項目は一例であり、ここに存在しない項目 (例えば電流又は湿度など) が追加されてもよいし、一部の項目 (例えば温度) が存在しなくてもよい。

20

【0027】

$P_1, P_2, \dots, P_n$  は、時刻  $t_1 \sim t_n$  における充放電指令値が指示する電力値である。 $P_x$  は、時刻  $x$  における充放電指令値が指示する電力値を意味する。 $P_2, \dots, P_n$  は符号付の数値である。一例として、正值は放電、負値は充電を表すとするが、逆でもよい。充放電指令値が示す電力値の代わりに、蓄電池 112 から測定された電流と電圧とに基づき計算した電力値を用いてもよい。

【0028】

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  は、時刻  $t_1 \sim t_n$  における蓄電池 112 の充電量 (SOC) である。 $Q_x$  は、時刻  $x$  における蓄電池 112 の SOC を意味する。SOC は、蓄電池 112 に蓄積されている充電量 (電荷量) を、定格容量 (すなわち劣化前の最大の充電量) で除した割合である。ここでは蓄電池 112 の充電量を表す値として相対値である SOC を用いたが、実際に蓄電池 112 に蓄積されている電力量 (kWh) を用いてもよい。蓄電池 112 の SOC の情報を直接取得できない場合、電流値を累積することにより SOC を計算してもよい。

30

【0029】

$T_1, T_2, \dots, T_n$  は、時刻  $t_1 \sim t_n$  における蓄電池 112 の温度を表す。 $T_x$  は、時刻  $x$  における蓄電池 112 の温度を意味する。

【0030】

図 4 における時刻  $t_1$  の充放電データは、充放電指令値  $P_1$ 、充電量 (SOC)  $Q_1$  及び温度  $T_1$  を含む。これは、充放電指令値  $P_1$  の充放電が時刻  $t_1$  で実行され、この結果、蓄電池 112 の SOC は  $Q_1$  になり、このときの蓄電池 112 の温度が  $T_1$  であることを意味する。時刻  $t_2 \sim t_n$  のデータも同様にして解釈される。

40

【0031】

図 5 は、充放電情報 DB 217 におけるある測定期間のデータを、横軸を SOC、縦軸を電圧とする座標系にプロットし、プロットした点を時系列に結んだ QV データのグラフ例を示す。充電と放電が何度も繰り返されており、低い SOC と高い SOC の間を何往復もする複雑な曲線となっている。測定期間は、一例として 1 日であり、この場合、図のデータは 1 日分のデータである。但し、測定期間は 2 日以上連続した日でもよいし、1 日 (24 時間) より短い時間でもよい。本実施形態では、測定期間は 1 日である場合を想定

50

する。

【0032】

OCV生成部(データ生成部)212は、充放電情報DB217を用いて蓄電池112の開回路電圧(OCV)を推定する。すなわち、OCV生成部212は、OCVを模擬的に生成する。OCVは、蓄電池112が通電していない(電圧が印加されていない又は電流が流れていない)状態での蓄電池112の電圧である。OCV生成部212は、充電量(SoC)と電圧とを用いてOCVを推定する。OCVの推定は、一例として評価対象の測定期間におけるSoCと電圧とのデータ{SoC、V}に基づき、SoCに対する電圧(V)の移動平均を計算することで行う。移動平均以外の方法でOCVを推定する方法は第4の実施形態で説明する。以下、OCVの推定方法の一例について詳細に示す。

10

【0033】

OCV生成部212は、充放電情報DB217から、評価対象の測定期間におけるSoCと電圧とのデータ{SoC、V}を読み出す。読み出したデータは、時系列に並べられている。OCV生成部212は、このデータをSoCの昇順にソートする。すなわち、SoCの小さい順にデータを並べる。

【0034】

図6に、充放電情報DB217から読み出した時系列のデータ{SoC、V}を、SoCの昇順にソートした表の例を示す。表の数値は、理解のため参考として示したものである。なお、ソート後のデータにおいて、同じ値のSoCが2以上並んでいてもよい。図の窓枠WF、及び、窓枠の位置WP\_1~WP\_kについては後述する。

20

【0035】

図7は、図6のソートされたデータを、横軸をSoC、縦軸を電圧とする座標系にプロットし、プロットした点をSoCの小さい順に結んだQVデータのグラフ例を示す。全体の外形は図5と似ているが、プロットした点を結ぶ順序が異なるため、図5のグラフとは異なる。図7のグラフは、描画の都合上、塗りつぶした図形のように見えるが、実際には電圧が上下に変動しながら、SoCの小さい方から大きい方に進むようなグラフとなっている。

【0036】

OCV生成部212は、ソート後のデータに基づき、SoCに対して、電圧の移動平均を計算し、SoCに対する電圧値の移動平均データを生成する。この移動平均データが、OCVの推定データ(OCVデータ)である。移動平均データは、SoCに対する電圧の代表データの一例である。OCVの推定データを表する移動平均データ以外の代表データの例については第4の実施形態で述べる。まず、移動平均を計算するための窓枠のサイズを決定する。

30

【0037】

窓枠のサイズは、一例として所定のデータ数である。例えば、窓枠を120秒とする場合、120秒の間に測定される個数のデータ数である。

【0038】

他の例として、窓枠のサイズは、所定のSoC幅である。例えば所定のSoC幅を5とする場合、最小値と最大値との差が5となる連続したSoC範囲である。

40

【0039】

OCV生成部212は、ソート後のデータ列の位置に対して窓枠を設定して、窓枠に含まれるデータに含まれる電圧の平均値( $\mu V_{mv}$ )を計算する。

【0040】

また、OCV生成部212は、窓枠に含まれるデータのSoCの代表値(代表SoC)を決定する。代表SoCは、窓枠FWに含まれるデータのSoCの中央値とする。窓枠内のデータ数が偶数の場合、中央の2つのデータのSoCのいずれか定めた一方もしくは平均を、代表SoCとすればよい。但し、代表SoCの定義はこれに限定されない。例えば、代表SoCは、窓枠FWに属するデータのSoCの平均値でもよい。

【0041】

50

計算された電圧の平均値は、代表SOCにおけるOCVの推定値に相当する。OCVは前述した通り、蓄電池112の非通電時の電圧である。OCVは充電時の電圧と放電時の電圧との間に位置する。窓枠には放電時の電圧と充電時の電圧とが含まれており、充電時には充電電圧がOCVより高くなり、放電時には放電電圧はOCVより低くなる。したがって、窓枠に含まれるデータの電圧の平均値を、代表SOCにおけるOCVとすることが可能である。

【0042】

以降、窓枠をSOCの大きい方向に所定量移動させ、移動後の位置で、電圧の平均値( $\mu V_{mv}$ )と代表SOCの組を取得することを、繰り返し行うことにより、{代表SOC、平均電圧 $\mu V_{mv}$ }のデータ列を得る。このデータ列が移動平均データ(OCVデータ)に相当する。以下、本処理について具体的に説明する。

10

【0043】

OCV生成部212は、窓枠の一端が、ソート後のデータにおける最小のSOCに一致する位置に窓枠を設定し、窓枠に含まれるデータの電圧の平均値を計算する。また、窓枠に含まれるデータの代表SOCを算出する。

【0044】

次に、窓枠をSOCの大きい方向に所定量移動させ、移動後の位置の窓枠内で電圧の平均値を計算し、代表SOCを算出する。窓枠の移動量は、任意に定めればよい。例えば、所定量は所定のデータ数(例えばデータ数1など)でもよいし、一定のSOC幅(例えば0.1など)でもよい。

20

【0045】

以降、同様にして窓枠の移動と、平均値の計算及び代表SOCの算出とを、繰り返し行う。一例として、窓枠の他端が最大のSOCに一致する位置に窓枠を設定し、平均値の計算及び代表SOCの算出を行ったら、処理を終了する。

【0046】

以上の処理により、{代表SOC、平均電圧 $\mu V_{mv}$ }のデータ列を得る。すなわちSOCによる電圧の移動平均データ(OCVデータ)を得る。

【0047】

前述した図6を用いて、移動平均の計算と代表SOCの算出との具体例を示す。簡単のため窓枠のサイズはデータ数5とする。また窓枠の1回あたりの移動量はデータ数1であるとす。

30

【0048】

最初に、窓枠FWが、ソート後のデータにおける最もSOCの小さい側の位置WP\_\_1にセットされる。窓枠FWには先頭側の5つのデータが含まれる。これら5つのデータの電圧の平均を計算する。この例では、平均電圧 $\mu V_{mv} = (2.05 + 2.06 + 2.25 + 2.07 + 2.18) / 5$ である。また、このときの代表SOCを算出する。ここでは代表SOCは、窓枠FWに属するデータのSOCの中央値とする(この例では15.3である)。

【0049】

窓枠FWを1データ分移動させ、位置WP\_\_2に設定する。窓枠FWに含まれる5つのデータの電圧の平均を計算する。この例では、平均電圧 $\mu V_{mv} = (2.06 + 2.25 + 2.07 + 2.18 + 2.01) / 5$ である。また、このときの代表SOCは、SOCの中央値15.4である。

40

【0050】

窓枠FWを1データ分移動させ、位置WP\_\_3に設定する。以降、上記と同様にして電圧の平均を計算し、代表SOCを算出する。

【0051】

最後の位置WP\_\_kに窓枠FWが設定され、電圧の平均の計算と代表SOCの算出を行うと、処理を終了する。最後の位置WP\_\_kでは、平均電圧 $\mu V_{mv} = (2.38 + 2.59 + 2.45 + 2.60 + 2.45) / 5$ である。また、代表SOCは、SOCの中

50

央値 2.45 である。

【0052】

図 8 に、上記の処理により取得された { 代表 SOC、平均電圧  $\mu V_{mv}$  } のデータ列 (OCV データ) をプロットし、プロット点を結合したグラフの例を示す。このグラフ (OCV グラフ) は、SOC に対する OCV の推定値を表す。この例では、グラフの右端の OCV が、OCV の最大値  $V_{max}$  である。

【0053】

このように、ソート後の QV データから算出した移動平均グラフを、OCV の推定値のグラフとして用いることができる。

【0054】

OCV 生成部 212 は、{ 代表 SOC、平均電圧  $\mu V_{mv}$  } のデータ列である OCV データを、測定期間及び電池情報に関連づけることにより、電池状態データを生成する。OCV 生成部 212 は、生成した電池状態データを、電池状態 DB 218 に格納する。なお、{ 代表 SOC、平均電圧  $\mu V_{mv}$  } のデータ列の代わりに、OCV のグラフを近似する関数式を計算し、計算した関数を OCV データとして用いてもよい。

10

【0055】

電池情報は、一例として、OCV の推定に用いた充放電データ (図 4 参照) に基づく蓄電池 112 の代表温度を含む。代表温度は一例として平均温度  $\mu T$  である。平均温度  $\mu T$  は、OCV の推定に用いた充放電データの温度の平均を計算することで算出できる。代表温度として、最小温度、最大温度又は中心温度を用いてもよい。電池情報の他の例として、蓄電池 112 の種類を特定する情報を含んでもよい。測定期間は、一例として、OCV の推定に用いた充放電データの開始時刻から終了時刻までの期間である。測定期間は、測定データが取得された日の日付でもよい。

20

【0056】

図 9 に、電池状態 DB 218 に格納された電池状態データの例の表を示す。例えば、1 番目の電池状態データは、20XX 年 MM 1 月 DD 1 日 (測定期間 1) の充放電データから生成された OCV データと、平均温度  $\mu T_1$  とを含む。2 番目の電池状態データは、20XX 年 MM 2 月 DD 2 日 (測定期間 2) の充放電データから生成された OCV データと、平均温度  $\mu T_2$  とを含む。3 番目の電池状態データは、20XX 年 MM 3 月 DD 3 日 (測定期間 3) の充放電データから生成された OCV データと、平均温度  $\mu T_3$  とを含む。4 番目の電池状態データは、20XX 年 MM 4 月 DD 4 日 (測定期間 4) の充放電データから生成された OCV データと、平均温度  $\mu T_4$  とを含む。本装置で劣化状態評価処理 (以下、評価処理) が行われるごとに、OCV 生成部 212 により電池状態データが生成され、電池状態 DB 218 に格納される。一例として、測定期間 1 の OCV データは、使用開始時の初期の蓄電池 112 (すなわち、劣化がまだほとんど進んでいない蓄電池) の OCV データである。測定期間 2、3、4 の順に進み、測定期間が遅くなるほど、蓄電池 112 の劣化が進む。

30

【0057】

図 10 は、図 9 の測定期間 1 ~ 4 に対応する充放電データ、すなわち測定期間 1 ~ 4 の OCV データが生成される元となった充放電データを QV 平面にプロットしたグラフ例を示す。

40

【0058】

図 11 は、測定期間 1 ~ 4 に対応する充放電データを SOC によりソートし、ソート後の充放電データを QV 平面にプロットしたグラフの例を示す。

【0059】

図 12 は、図 9 における測定期間 1 ~ 4 の OCV データを QV 平面にプロットしたグラフの例を示す。測定期間 1 の OCV データの OCV の最大値  $V_{max1}$ 、測定期間 2 の OCV データの OCV の最大値  $V_{max2}$ 、測定期間 3 の OCV データの OCV の最大値  $V_{max3}$ 、測定期間 4 の OCV データの OCV の最大値  $V_{max4}$  が示されている。

【0060】

50

劣化評価部 2 1 3 は、OCV 生成部 2 1 2 により生成された OCV データを評価対象 OCV データとする。劣化評価部 2 1 3 は、電池状態 DB 2 1 8 から、評価対象 OCV データ以外の OCV データの 1 つを基準 OCV データとして特定する。劣化評価部 2 1 3 は、評価対象 OCV データと、基準 OCV データとに基づき、蓄電池 1 1 2 の劣化状態 (SOH: State of Health)、すなわち健全性を評価する。つまり複数の測定期間に対応する複数の OCV データ (移動平均データ) 間の相対的な変化に基づいて、蓄電池 1 1 2 の劣化状態を評価する。より詳細には、基準 OCV データに対応する測定期間の蓄電池 1 1 2 の劣化状態 (基準劣化状態) を基準として、評価対象 OCV データに対応する測定期間の蓄電池 1 1 2 の劣化状態を評価する。これにより、基準劣化状態に対する相対的な定量評価を行う。

10

## 【0061】

より詳細には、まず、劣化評価部 2 1 3 は、OCV の閾値を決定する。閾値は、一例として本装置の操作者 (ユーザ) が入力装置から与えてもよいし、予め劣化評価部 2 1 3 からアクセス可能な記憶装置に格納されていてもよい。閾値の決め方は任意でよいが、QV 平面において閾値を示す直線を配置したときに、評価対象 OCV データのグラフ及び基準 OCV データのグラフと交差する必要がある。

## 【0062】

劣化評価部 2 1 3 は、基準 OCV データにおいて、OCV が当該閾値のときの SOC を特定する。特定した SOC を基準 SOC とする。また、劣化評価部 2 1 3 は、評価対象 OCV データにおいて、OCV の値が当該閾値のときの SOC を特定する。特定した SOC を評価対象 SOC とする。劣化評価部 2 1 3 は、評価対象 SOC を、基準 SOC に対して相対評価することにより、評価対象の測定期間における蓄電池 1 1 2 の劣化状態 (SOH) を算出する。劣化評価部 2 1 3 は、算出した SOH を表す情報をメンテナンス計画部 2 1 6 及び表示部 2 1 5 に出力する。

20

## 【0063】

ここで、SOH の算出式の例を、以下に示す。“/” は除算、“×” は乗算を表す。

$$SOH (\text{劣化状態}) = (\text{評価対象 SOC} / \text{基準 SOC}) \times 100 (\%) \quad \text{式 (1)}$$

## 【0064】

つまり、基準 SOC の値を SOH 100% と定義し、評価対象 SOC の値を、基準 SOC で規格化することにより、評価対象の測定期間の SOH を算出する。

30

## 【0065】

具体例として、基準 OCV データが測定期間 1 の OCV データであり、評価対象 OCV データが、測定期間 2 ~ 4 のそれぞれの場合における蓄電池 1 1 2 の劣化状態の算出例を示す。

## 【0066】

図 1 3 は、図 1 2 の QV 平面に、OCV の閾値を表す直線を配置した例を示す。一例として、基準 OCV データ (測定期間 1 の OCV データ) の閾値における SOC の値は、閾値の直線と基準 OCV データのグラフとの交点に対応し、82.7 (図の J 1) である。同様にして、測定期間 2 の OCV データの閾値における SOC の値は 69.4 (図の J 2) であり、測定期間 3 の OCV データの閾値における SOC の値 J 3 は 72.3 (図の J 3) であり、測定期間 4 の OCV データの閾値における SOC の値は 66.6 (図の J 4) である。

40

## 【0067】

OCV データに閾値と同じ値が存在しないときは、補間により SOC の値を特定すればよい。また、閾値の直線と OCV データのグラフとの交点が複数あるときは、最も大きい SOC を選択してもよいし、複数の SOC の最小値又は平均を選択してもよい。蓄電池 1 1 2 の劣化が進むと、閾値での SOC の値が小さくなる。つまり、蓄電池 1 1 2 の劣化が進むと、同じ電圧での SOC が小さくなる。

## 【0068】

測定期間 2 ~ 4 に対応する蓄電池 1 1 2 の劣化状態を SOH 2 ~ SOH 4 とすると、以

50

下のように計算される。

$$S o H 2 = ( 6 9 . 4 / 8 2 . 7 ) \times 1 0 0 = 8 4 . 0 ( \% )$$

$$S o H 3 = ( 5 9 . 8 / 8 2 . 7 ) \times 1 0 0 = 7 2 . 3 ( \% )$$

$$S o H 4 = ( 5 5 . 1 / 8 2 . 7 ) \times 1 0 0 = 6 6 . 6 ( \% )$$

なお、式(1)の定義から、測定期間1に対応する蓄電池112の劣化状態S o H 1は100%である。

【0069】

劣化評価部213は、算出したS o Hを、蓄電池112の測定期間、及び閾値におけるS o Cの値(評価対象S o C)と対応づけて、劣化DB219に格納する。

【0070】

図14に劣化DB219の一例を示す。この例では、図9の各測定期間に対応するS o Hと評価対象S o Cが格納されている。劣化DB219には、これまで算出された蓄電池112のS o Hと評価対象S o Cの履歴が格納される。

【0071】

表示部215は、劣化評価部213により算出された劣化状態(S o H)を画面に表示する。また、表示部215は、劣化DB219におけるS o Hの履歴、又は評価対象S o Cの履歴を表示してもよい。本装置のユーザは、例えば、表示部215に表示された情報に基づき、蓄電池112のS o Hの推移、又は評価対象S o Cの推移等を把握できる。

【0072】

メンテナンス計画部216は、劣化評価部213により算出されたS o Hに基づき、蓄電池112の稼働可否に関するメンテナンス情報を生成する。メンテナンス情報は、本実施形態に係る評価処理の出力情報の一例である。メンテナンス計画部216は、メンテナンス情報を、通信ネットワークを介して、蓄電システム101に対する監視システム301に送信する。

【0073】

例えば、メンテナンス計画部216は、S o Hの範囲を閾値Aと、閾値Bを用いて3つに区切り、閾値A以下の範囲1、閾値Aより大きく閾値B以下の範囲2、閾値B以上の範囲3を得る。蓄電池112のS o Hが範囲1に属する場合は、蓄電池112の稼働は不可(すなわち、蓄電池112は寿命を迎えた)と判断して、故障アラートのメッセージを、監視システム301に送信する。S o Hが範囲2に属する場合は、蓄電池112はまだ稼働可能であるが、メンテナンスが必要であると判断し、メンテナンス・コールのメッセージを監視システム301に送信する。S o Hが範囲3に属する場合は、蓄電池112は現時点ではメンテナンスの必要はない(現状のままで稼働可能である)と判断する。この場合、メンテナンス計画部216は、監視システム301に、蓄電池112が正常である(蓄電池112に故障はなく、メンテナンスの必要もまだない)ことを示すメッセージを送信する。

【0074】

ここに記載した蓄電池112の稼働可否を判断する方法は一例であり、他の方法を用いてもよい。例えば、今回算出されたS o Hと、過去の直前の1又は複数回の評価処理で算出されたS o Hとに基づき、S o Hの平均、中央値、最大値、または最小値を算出し、算出した値と、S o Hの範囲1~3とに基づき、同様の判断を行ってもよい。

【0075】

メンテナンス計画部216は、メンテナンス情報以外の出力情報として、今回算出されたS o Hを示す情報を送信してもよいし、劣化DB219に格納されているS o Hの履歴を送信してもよい。本実施形態で例示した情報以外のデータを送信してもよい。

【0076】

監視システム301は、蓄電池評価装置201から出力情報を受信し、受信した出力情報を画面に表示する。蓄電システム101の管理者は、出力情報を元に、蓄電システム101の状態を管理する。例えば、蓄電池112のメンテナンスが必要であると判断した場合、係員を手配し、蓄電池112のメンテナンスに行かせる。画面への表示の他、スピー

10

20

30

40

50

力を介して故障アラート、メンテナンス・コール、または正常のメッセージ音を出力してもよい。また蓄電池 1 1 2 が稼働不可の場合は赤色、蓄電池 1 1 2 が稼働可能であるがメンテナンスが必要な場合は黄色、および蓄電池 1 1 2 が正常な場合は緑色など、画面に色を表示（例えば点灯）させることで、蓄電池 1 1 2 の稼働状態を直感的に理解しやすくしてもよい。

【 0 0 7 7 】

ここでは監視システム 3 0 1 を蓄電池評価装置 2 0 1 とは別に設けていたが、監視システム 3 0 1 の機能を蓄電池評価装置 2 0 1 に組み込み、両者を一体化させてもよい。

【 0 0 7 8 】

なお、本装置のユーザが、表示部 2 1 5 に表示された情報に基づき、蓄電池 1 1 2 の劣化状態を確認した後、蓄電池 1 1 2 の劣化状態に応じた連絡を、監視システム 3 0 1 の管理者に行ってもよい。例えば、蓄電池 1 1 2 のメンテナンスが必要であると判断した場合は、監視システム 3 0 1 の管理者にその旨の連絡を行ってもよい。その場合、管理者は、ユーザから受けた連絡に基づき、蓄電池 1 1 2 のメンテナンスのための手続きを行ってもよい。

10

【 0 0 7 9 】

（変形例）

評価対象 S o C を算出するための O C V の閾値を決定するためのバリエーションを示す。

【 0 0 8 0 】

評価対象となる O C V データの最大電圧を特定する（ここでは最大電圧  $r$  と呼ぶ）。最大電圧は、基本的には O C V データのグラフ（O C V グラフ）を描いたときに、S o C の大きい側におけるグラフの末端もしくはその付近の電圧である。同様にして、電池情報 D B 2 1 8 における過去の各 O C V データについても各々の最大電圧（ここでは  $r - 1$  個の O C V データがあったとして、最大電圧  $1 \sim r - 1$  と呼ぶ）を特定する。これらの最大電圧  $1 \sim r$  のうちの最小値を、上記の閾値に決定する。この理由は以下の通りである。閾値が大きいと、O C V グラフによっては、閾値の直線と交わらない場合がある（この場合、当該 O C V グラフに対して評価対象 S o C 又は基準 S o C を特定できなくなる）。一方、できるだけ大きな O C V の値での S o C を比較することで、より高精度な蓄電池の劣化評価が可能である。そこで、最大電圧  $1 \sim r$  のうちの最小値を閾値とすることで、すべての O C V データに対して同一の基準での高精度な劣化評価が可能になる。以下、前述した図 1 2 を用いて、具体例を説明する。

20

30

【 0 0 8 1 】

一例として、評価対象となる O C V データが測定期間 4 の O C V データであり、測定期間 1 ~ 3 の O C V データが過去の O C V データであるとする。この場合、測定期間 1 ~ 4 の O C V の最大値  $V_{max 1} \sim V_{max 4}$  のうちの最小値（ $min$  とする）は、最大値  $V_{max 1}$  である。したがって、この場合、最大値  $V_{max 1}$  を上記の閾値とする。

【 0 0 8 2 】

なお、評価処理の回数が進むにつれ、最小値  $min$  が変わる場合もあり得る。その場合は、過去の各測定期間について、変更後の閾値に基づき S o H を再算出し、劣化 D B 2 1 9 を更新してもよい。

40

【 0 0 8 3 】

図 1 5 は、蓄電池評価装置 2 0 1 の動作の一例のフローチャートである。

【 0 0 8 4 】

データ取得部 2 1 1 は、蓄電システム 1 0 1 から受信する充放電指令値及び測定データ（電圧、充電量（S o C）、温度、湿度等）を取得し、充放電データとして充放電情報 D B 2 1 7 に格納する（ステップ S 1 1）。

【 0 0 8 5 】

蓄電池評価装置 2 0 1 は、開始条件が成立すると（ステップ S 1 2 の Y E S）、蓄電池 1 1 2 の劣化状態評価処理（評価処理）を開始する。開始条件は何でもよい。一例として

50

、本装置 201 にユーザから開始指示が与えられたことでもよい。または、充放電情報 DB 217 におけるデータの保存の日付が変わったことでもよい。蓄電池 112 が電力系統用ではなく、自動車、鉄道又は産業機器などのマシンに用いられるものである場合に、マシンの動力源の稼働が終了したことでよい。開始条件が成立しない場合は（ステップ S12 の NO）、ステップ S11 に戻る。

【0086】

評価処理が開始されると、OCV生成部 212 は、充放電情報 DB 217 において、評価対象の測定期間の充放電データを特定する（ステップ S13）。一例として、トリガが、日付が変わったことである場合、日付が変わる前の 24 時間分の充放電データを特定する。トリガがマシンの動力源の稼働が終了したことである場合、マシンの稼働が開始してから当該終了するまでの充放電データを特定する。あるいは、本装置 201 のユーザが開始時刻と終了時刻との範囲によって、評価処理の対象となる充放電データを特定してもよい。

10

【0087】

OCV生成部 212 は、特定した充放電データに基づき、充電量（SOC）と電圧とを含む時系列のデータ列を、QVデータ（図5参照）として生成する（同ステップ S13）。

【0088】

OCV生成部 212 は、生成した QVデータ（SOCと電圧とを含むデータ列）を、SOCの昇順にソートする（ステップ S14）。

20

【0089】

OCV生成部 212 は、ソート後の QVデータに基づき、移動平均用の窓枠を用いて、電圧の移動平均を計算する。具体的には、窓枠を初期位置に設定し、窓枠内の電圧の平均値と、代表 SOC（例えば窓枠内の SOCの中央値）とを計算する。これを、窓枠を一定幅で移動させながら計算する。すなわち、SOCに対する電圧の移動平均を計算する（ステップ S15）。これにより、{代表 SOC、平均電圧  $\mu V_{mv}$ } のデータ列を生成する（ステップ S16）。このデータ列は、SOCに対する電圧（OCV）の推移を表す OCVデータ（移動平均データ）である。OCV生成部 212 は、生成した OCVデータを、評価対象の測定期間及び平均温度  $\mu T$  等に対応づけて電池状態データとし、電池状態 DB 218 に格納する。平均温度  $\mu T$  は、ステップ S13 で特定した充放電データに含まれる温度を平均することにより求めればよい。

30

【0090】

劣化評価部 213 は、OCV生成部 212 により生成された OCVデータと、電池状態 DB 218 における過去の特定の OCVデータ（例えば 1 回目の評価処理の OCVデータ）と、OCVの閾値とに基づいて、蓄電池 112 の劣化状態（SOH）を算出する。

【0091】

今回が 1 回目の評価処理である場合は、SOHとして初期値である 100%を算出する。算出した SOHを、評価対象の測定期間及び評価対象 SOC等と関連づけて、劣化 DB 219 に格納する。評価対象 SOCは、OCVデータにおいて OCVの閾値に対応する SOCである。なお、閾値は、前述した実施形態の方法で決定してもよいし、変形例に示した方法で決定してもよい。

40

【0092】

今回が 2 回目以降の評価処理である場合は、OCV生成部 212 により生成された OCVデータにおいて OCVの閾値に対応する SOC（評価対象 SOC）を特定する。そして、1 回目の評価処理の OCVデータにおける評価対象 SOCを基準 SOCとする。特定した評価対象 SOCと、基準 SOCとの比に基づき、前述した式（1）により SOHを算出する。算出した SOHを、評価対象の測定期間及び評価対象 SOC等と関連づけて、劣化 DB 219 に格納する。算出した SOH、又は劣化 DB 219 に格納されている SOHの履歴を、表示部 215 に表示してもよい。

【0093】

50

メンテナンス計画部 2 1 6 は、劣化評価部 2 1 3 により算出された S o H に基づき、蓄電池 1 1 2 の稼働状態を判断する。蓄電池 1 1 2 が稼働可であれば、ステップ S 1 1 に戻る。蓄電池 1 1 2 が稼働可であるが、蓄電池 1 1 2 の余寿命期間内にメンテナンスの必要があると判断した場合は、メンテナンス・コールのメッセージを監視システム 3 0 1 に送信し（ステップ S 1 9 ）、ステップ S 1 1 に戻る。蓄電池 1 1 2 が稼働不可のときは、故障アラートのメッセージを監視システム 3 0 1 に送信し（ステップ S 2 0 ）、本処理を終了する。

【 0 0 9 4 】

以上、本実施形態によれば、稼働中の蓄電池 1 1 2 の測定データから O C V データ（O C V と S o C を対応づけたデータ）を模擬的に生成し、O C V の閾値に対応する S o C を特定する。蓄電池 1 1 2 の初期からの S o C の推移で、劣化状態を定量的に評価する。これにより、教師データを用いることなく、初期に対する相対評価としての劣化状態の定量評価を実現できる。また、本実施形態では、蓄電池の種類や電極の材料も問わない。よって、新たな蓄電池が評価の対象となった場合でも、早期に蓄電池の劣化評価を開始することが可能となる。

10

【 0 0 9 5 】

（第 2 の実施形態）

第 2 の実施形態の劣化評価部 2 1 3 は、蓄電池 1 1 2 の代表温度（図 9 参照）を用いて、蓄電池 1 1 2 の劣化状態（S o H）を算出する。ここでは代表温度として平均温度を用いるが、最小温度、最大温度又は中心温度などでもよい。以下、劣化評価部 2 1 3 の処理の例を示す。

20

【 0 0 9 6 】

[ 例 1 ] 評価対象の測定期間の蓄電池 1 1 2 の平均温度（平均温度  $\mu T\_2$  とする）を、前回に評価処理を行った測定期間の蓄電池 1 1 2 の平均温度（平均温度  $\mu T\_1$  とする）と比較する。

【 0 0 9 7 】

平均温度  $\mu T\_2$  が平均温度  $\mu T\_1$  から変化していない場合（すなわち平均温度  $\mu T\_2$  が平均温度  $\mu T\_1$  と同じであれば）、第 1 の実施形態と同様にして S o H を算出する。平均温度  $\mu T\_2$  から平均温度  $\mu T\_1$  から変化していない（平均温度  $\mu T\_2$  が平均温度  $\mu T\_1$  と同じ）とは、これらの差が一定値未満であることを意味する。また、平均温度  $\mu T\_2$  が平均温度  $\mu T\_1$  から変化している（平均温度  $\mu T\_2$  が平均温度  $\mu T\_1$  と異なる）とは、これらの差が一定値以上であることを意味する。

30

【 0 0 9 8 】

一方、平均温度  $\mu T\_2$  が平均温度  $\mu T\_1$  から変化している場合（すなわち平均温度  $\mu T\_2$  が平均温度  $\mu T\_1$  と異なる場合）、評価対象の測定期間について算出した S o H（S o H<sub>2</sub>）を、前回の評価処理で算出した S o H（S o H<sub>1</sub> とする）と同じにする。すなわち、今回の評価処理の S o H の値を S o H<sub>1</sub> と同じにする（すなわち、前回の評価処理の S o H<sub>1</sub> を引き継ぐ）。これは、充放電指令値の分布の変化に起因して、蓄電池 1 1 2 に温度変化が生じたことが、S o H<sub>2</sub> と S o H<sub>1</sub> に違いが生じた主な原因と考えられる。この場合、蓄電池 1 1 2 の劣化状態の差は小さく、同一と見なしても問題ないと考えられる。

40

【 0 0 9 9 】

そして、次回以降の評価処理のため、S o H の補正係数を、S o H<sub>1</sub> と S o H<sub>2</sub> とに基づき算出する。例えば、補正係数を  $\alpha$  とすると、 $\alpha = S o H\_2 / S o H\_1$  である。

【 0 1 0 0 】

次回の評価処理における平均温度（平均温度  $\mu T\_3$  とする）が、今回の評価処理の平均温度  $\mu T\_2$  から変化がなければ、次回の評価処理では第 1 の実施形態と同様にして S o H を算出した後に、補正係数  $\alpha$  を乗じる。補正された S o H を、次回の評価処理における S o H<sub>3</sub> とする。あるいは、補正係数  $\alpha$  を用いずに、今回の評価処理で用いた O

50

CVデータを新たな基準にして、次回の評価処理で劣化評価を行うことも可能である。いずれの方法も、今回の評価処理のOCVデータ及び劣化状態を基準として、次回の評価処理のOCVデータに対して劣化状態を算出していることに相当する。

【0101】

なお、次回の評価処理における平均温度 $\mu T_3$ が、今回の評価処理の平均温度 $\mu T_2$ から変化している場合は、次回の評価処理のSOHを、今回の評価処理のSOH $_2$ と同じにする。そして、上記と同様にして、今回の評価処理のSOH $_2$ と、次回の評価処理のSOH $_3$ とに基づき、補正係数を算出する。補正係数を $K_2$ とすると、 $K_2 = SOH_3 / SOH_2$ である。以降、評価処理を行うごとに、蓄電池112の平均温度が前回から変化しているか否かに応じて、同様の処理を繰り返す。本例では、空調設備等の使用により、蓄電池112の環境温度は一定になるよう管理されている場合を想定する。この場合、蓄電池の温度変化は、長期傾向としての温度推移に相当し、平均温度の変化が短期に頻繁に起こらない。

10

【0102】

[例2]劣化評価部213は、図1の電池状態DB218(図9参照)に基づき、複数の測定期間を、それぞれの平均温度に基づいて、グループ分けする。各グループには同じ平均温度の測定期間が属する。劣化評価部213は、評価対象の測定期間と同じ平均温度のグループを特定する。

【0103】

特定したグループに属する測定期間のうちの一つ(例えばグループにおいて最初の測定期間)を基準測定期間とし、当該基準測定期間の評価対象SOCを、基準SOCとする。そして、当該基準測定期間のSOHを基準として、第1の実施形態と同様の方法で、SOHを算出する。特定したグループが、蓄電池112の一番始めの測定期間と同じグループであれば、当該基準測定期間のSOHは100%である。一方、特定したグループがそれ以外のグループであれば、当該基準測定期間のSOHは、そのグループが新たに作成された際に直前の測定期間から引き継がれたSOHである(詳細は以下の説明を参照)。

20

【0104】

評価対象の測定期間の平均温度と同じ平均温度のグループが存在しない場合、評価対象の測定期間のSOHを、前回の(直前の)測定期間の評価処理で算出したSOHと同じにする(前回のSOHを引き継ぐ)。そして、当該平均温度の新たなグループを生成し、この時点では当該評価対象の測定期間のみが、このグループに属する。次回以降の評価処理では、当該測定期間が基準測定期間となり、基準測定期間のSOHは、上記の引き継がれたSOHである。次回以降の評価処理において、評価対象の測定期間に対して当該グループが特定された場合、上記基準測定期間の評価対象SOCを基準SOC、当該測定期間のSOHを基準として、SOHを算出する。つまり、グループに最初に追加された測定期間のOCVデータ及び劣化状態を基準として、2番目以降に追加される測定期間のOCVデータに対して劣化状態を算出する。

30

【0105】

図16は、第2の実施形態に係る蓄電池評価装置の動作の一例のフローチャートである。第1の実施形態に係る図15のフローチャートのステップS16、S17間にステップS21が追加されている。

40

【0106】

ステップS21では、評価対象の測定期間における蓄電池112の平均温度を計算する。続くステップS17では、前述した例1又は例2の処理を用いて、評価対象の測定期間におけるSOHを計算する。以降の処理は、第1の実施形態と同様である。

【0107】

本実施形態によれば、評価対象の測定期間の平均温度を用いてSOHを算出することにより、より高精度に蓄電池112を評価することが可能となる。

【0108】

(第3の実施形態)

50

OCV生成部212で生成したOCVデータにおけるOCVのばらつきが大きい場合（単調増加のSOCに対し、OCV（すなわち平均電圧 $\mu V_{mv}$ ）が単調増加でない場合）、閾値におけるSOC（評価対象SOC）を高精度に特定できず、結果として高精度な劣化状態の評価ができなくなる可能性がある。例えば図12に示したQV平面においてOCVが上下に大きく変動しながら上昇するようなOCVグラフが考えられる。このようなことが起こる主な要因は窓枠内の充放電指令値（電力値）の分布が偏っていることにある。窓枠を用いて移動平均を計算する際、窓枠の位置によっては充放電指令値の分布が偏ることがあり、このような場合に、OCVのばらつきが大きくなる事象が発生する。

#### 【0109】

そこで、本実施形態では、移動平均を計算する際、窓枠内の充放電指令値の分布の偏りを極力小さくしてから、窓枠内の平均電圧（OCV）を計算する。これにより、全体として単調増加又はこれに近いOCVデータを獲得できる。以下、本実施形態について詳細に説明する。

#### 【0110】

図17は、第3の実施形態に係る蓄電池評価装置201のブロック図である。図1に対してトリミング処理部214が追加されている。その他のブロックは図1と同じ名称であり、同一の符号を付して、拡張又は変更された処理を除き、説明を適宜省略する。

#### 【0111】

トリミング処理部214は、評価対象の測定期間内の充放電指令値の分布（第1分布）を算出する。例えば横軸が充放電指令値、縦軸を頻度（又は確率密度）とする分布を算出する。充放電指令値の分布が正規分布であると仮定し、当該分布を近似する正規分布のパラメータを算出してもよい。また、トリミング処理部214は、当該測定期間のうち窓枠に対応する部分期間内の充放電指令値の分布（第2分布）を算出する。トリミング処理部214は、第2分布が第1分布と等価であるかどうかを判断する。一例として第2分布と第1分布の充放電指令値の平均値が同じか否かを統計的な検定により評価し、同じであれば第2分布は第1分布と等価であると判断する。簡易な方法として、各分布の平均値の差が一定値未満であれば両分布は等価であると判断してもよい。第2分布が第1分布と等価であれば、第1の実施形態と同様に、窓枠の位置に対して、窓枠内の電圧値を用いて平均電圧を計算する。

#### 【0112】

一方、第2分布が第1分布と等価でないと判断した場合、トリミング処理部214は以下の処理を行う。図18（A）にこの場合の第1分布、図18（B）に第2分布の例を示す。図における頻度は確率密度でもよい。トリミング処理部214は、第2分布が第1分布と等価となるように、窓枠内の充放電指令値の一部を外れ値として除去するトリミング処理を行う。例えば窓枠内の充放電指令値において、平均値から最も離れた充放電指令値を1つ除去する。除去後の充放電指令値の第2分布が、第1分布と等価であるかを判断する。第2分布が第1分布と等価になるまで、窓枠内の充放電指令値の選択及び削除を繰り返し行う。第2分布が第1分布と等価になったら、トリミング処理で残った充放電指令値に対応する電圧に基づき、OCV生成部212は、平均電圧（OCV）を計算する。このように差が一定値未満になるまで（両分布が等価と判断されるまで）、充放電指令値の選

#### 【0113】

このようなトリミング処理により、窓枠内の充放電指令値の分布の偏りを調整し、その後、移動平均を計算することで、OCVのばらつきが小さいOCVデータを生成することができる。OCVのばらつきが小さいOCVデータは、単調増加又はこれに近いOCVデータである。

#### 【0114】

上述した処理では、窓枠内の充放電指令値の分布（第2分布）の偏りを調整したが、他の手法でもよい。例えば、第2分布が第1分布と等価でない場合に、この窓枠の位置での平均電圧を用いない（OCVデータに含めない）ことも可能である。これもトリミング処

10

20

30

40

50

理の一形態である。これによっても、OCVのばらつきが小さいOCVデータを生成することができる。

【0115】

図19は、第3の実施形態に係る蓄電池評価装置の動作の一例のフローチャートである。第1の実施形態に係る図15のフローチャートのステップS15、S16間に、ステップS22及びS23が追加されている。ステップS22では、評価対象の測定期間内の充放電指令値の分布(第1分布)と、窓枠内の充放電指令値の分布(第2分布)とを生成し、第2分布が第1分布と等価か否かを、前述した方法により判断する(S22)。第2分布が第1分布に等価でない窓枠の位置があれば、その位置での窓枠に対しては、前述したトリミング処理を行う(ステップS23)。移動平均を計算するすべての窓枠の位置で、両分布の等価判断と、両分布が等価でない場合に行うトリミング処理とが完了したら(YES)、ステップS16に進む。本実施形態のステップS22、S23は、第2の実施形態のフローチャート(図16)に追加することも可能である。

10

【0116】

以上、本実施形態によれば、OCVのばらつきが小さくなるようにOCVデータを生成することで、SOHを高精度に算出することができる。

【0117】

(第4の実施形態)

第1～第3の実施形態では、SOCに対する電圧の代表データの例として移動平均データを算出し、これをOCVデータ(OCVの推定データ)とした。しかしながら、OCVデータは、移動平均以外の方法で算出することも可能である。一例として、{SOC、V}のデータ列を一次関数で近似し、その一次関数をOCVデータとしてもよい。データ列はソート前のものでよいし、ソート後のものでよい。一次関数による近似はデータ列の全てを用いてもよいし、データ列の一部を用いてもよい。例えばデータ列のうち、複数の特定のSOC値に対応するデータをサンプリングにより選択し、選択したデータのみを用いてもよい。一例として、SOC=20%、80%に対応する2つのデータを選択し、選択したデータが表す2点を結ぶ直線を、一次関数として算出してもよい。ここでは一次関数によってデータ列を近似したが、2次以上の高次の関数でデータ列を近似してもよい。

20

【0118】

一次関数を代表データ(OCVデータ)として用いた場合の劣化状態の評価例を示す。この場合、評価対象SOCとしては、第1～第3の実施形態と同様に、閾値におけるSOCを用いてもよい。

30

【0119】

他の方法として、評価対象SOCの代わりに、評価対象電圧を定義し、評価対象電圧を相対評価することで、劣化状態を評価してもよい。評価対象電圧は、例えば特定のSOCを閾値SOCと定義し、閾値SOCに対応する電圧を一次関数において、評価対象電圧として特定する。基準となる測定期間の評価対象電圧を基準電圧とし、基準電圧と、評価対象となる測定期間の評価対象電圧との比を計算する。この比を評価対象となる測定期間の劣化状態とする。評価対象電圧は上記の定義に限定されない。例えば、一次関数の最大電圧の値を評価対象電圧としてもよい。

40

【0120】

別の方法として、一次関数の傾きを評価対象傾きと定義する。基準となる測定期間の評価対象傾きを基準傾きとし、基準傾きと、評価対象となる測定期間の評価対象傾きとの比を計算する。この比を評価対象となる測定期間の劣化状態とする。

【0121】

このように、本実施形態は、複数の測定期間に対応する複数の代表データ間の相対的な変化に基づいて、蓄電池112の劣化状態を評価する。代表データは、移動平均データでも、一次関数でも、その他のデータでもよい。また、前述した評価対象電圧又は評価対象傾きを用いた劣化評価は、第1～第3の実施形態にも適用可能である。

50

## 【 0 1 2 2 】

(ハードウェア構成)

図 20 は、本発明の実施形態に係る蓄電池評価装置のハードウェア構成例を示す。このハードウェア構成は、第 1 ~ 第 4 の実施形態に係る蓄電池評価装置に用いることができる。図 20 のハードウェア構成はコンピュータ 150 として構成される。コンピュータ 150 は、CPU 151、入力インタフェース 152、表示装置 153、通信装置 154、主記憶装置 155、外部記憶装置 156 を備え、これらはバス 157 により相互に通信可能に接続される。

## 【 0 1 2 3 】

入力インタフェース 152 は、蓄電池で測定された測定データを、配線等を介して取得する。入力インタフェース 152 は、ユーザが本装置に指示を与える操作手段でもよい。操作手段の例は、キーボード、マウス、タッチパネルを含む。通信装置 154 は、無線または有線の通信手段を含み、蓄電システム 101 と有線または無線の通信を行う。通信装置 154 を介して、測定データを取得してもよい。入力インタフェース 152 及び通信装置 154 は、それぞれ別個の集積回路等の回路で構成されていてもよいし、単一の集積回路等の回路で構成されてもよい。表示装置 153 は、例えば液晶表示装置、有機 EL 表示装置、CRT 表示装置等である。表示装置 153 は、図 1 の表示部 215 に対応する。

10

## 【 0 1 2 4 】

外部記憶装置 156 は、例えば、HDD、SSD、メモリ装置、CD-R、CD-RW、DVD-RAM、DVD-R 等の記憶媒体等を含む。外部記憶装置 156 は、蓄電池評価装置の各処理部の機能を、プロセッサである CPU 151 に実行させるためのプログラムを記憶している。また、蓄電池評価装置が備える各 DB も、外部記憶装置 156 に含まれる。ここでは、外部記憶装置 156 を 1 つのみ示しているが、複数存在しても構わない。

20

## 【 0 1 2 5 】

主記憶装置 155 は、CPU 151 による制御の下で、外部記憶装置 156 に記憶された制御プログラムを展開し、当該プログラムの実行時に必要なデータ、当該プログラムの実行により生じたデータ等を記憶する。主記憶装置 155 は、例えば揮発性メモリ (DRAM、SRAM 等) または不揮発性メモリ (NAND フラッシュメモリ、MRAM 等) など、任意のメモリまたは記憶部を含む。主記憶装置 155 に展開された制御プログラムが CPU 151 により実行されることで、蓄電池評価装置 201 の各処理部の機能が実行される。

30

## 【 0 1 2 6 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

40

## 【 符号の説明 】

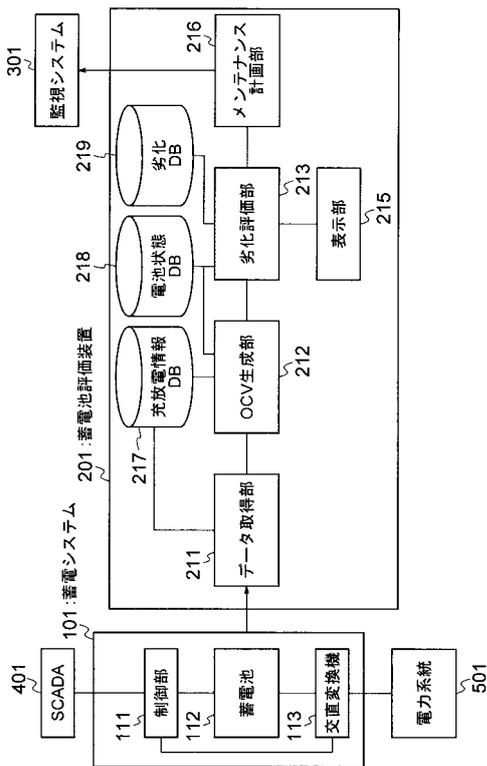
## 【 0 1 2 7 】

- 101 : 蓄電システム
- 111 : 制御部
- 112 : 蓄電池
- 113 : 交直変換機
- 201 : 蓄電池評価装置
- 211 : データ取得部
- 212 : OCV 生成部 ( データ生成部 ) 212
- 213 : 劣化評価部
- 214 : トリミング処理部

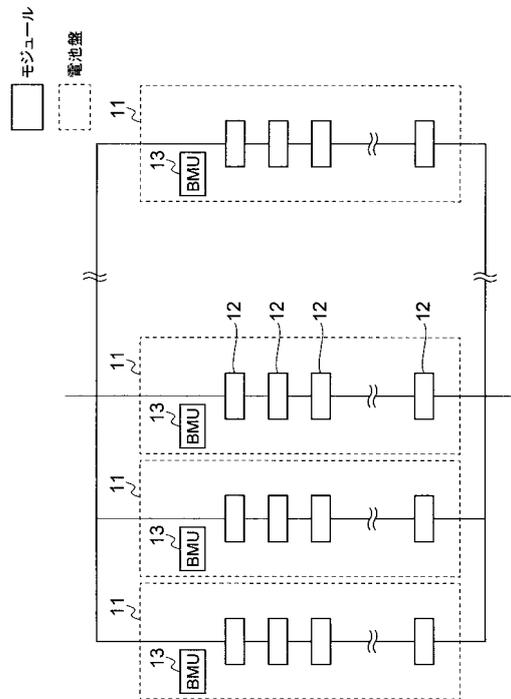
50

- 215 : 表示部
- 216 : メンテナンス計画部
- 217 : 充放電情報DB
- 218 : 電池状態DB
- 219 : 劣化DB
- 301 : 監視システム
- 401 : SCADA
- 501 : 電力系統
- 151 : CPU
- 152 : 入力インタフェース
- 153 : 表示装置
- 154 : 通信装置
- 155 : 主記憶装置
- 156 : 外部記憶装置
- 157 : バス

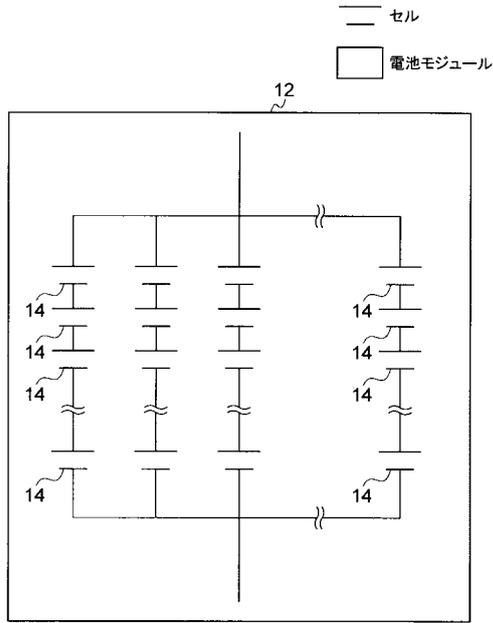
【図1】



【図2】



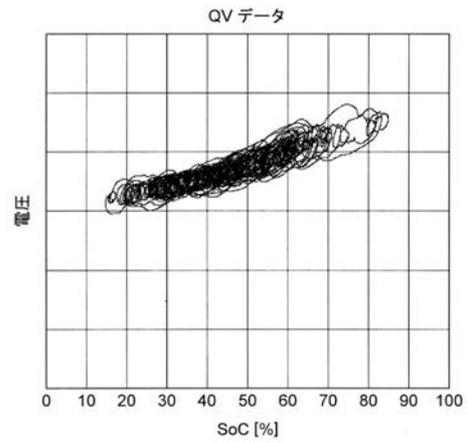
【 図 3 】



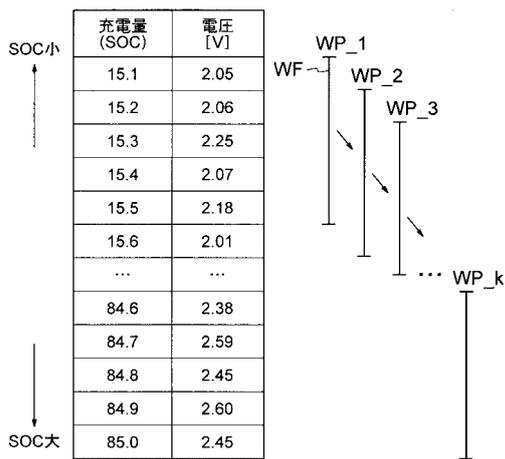
【 図 4 】

時刻	充放電指令値 (電力) [kW]	充電量 (SoC)	電圧[V]	温度[°C]
t1	P1	Q1	V1	T1
t2	P2	Q2	V2	T2
t3	P3	Q3	V3	T3
...	...	...	...	...
t <sub>i</sub>	P <sub>i</sub>	Q <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>
...	...	...	...	...
t <sub>j</sub>	P <sub>j</sub>	Q <sub>j</sub>	V <sub>j</sub>	T <sub>j</sub>
...	...	...	...	...
t <sub>n</sub>	P <sub>n</sub>	Q <sub>n</sub>	V <sub>n</sub>	T <sub>n</sub>

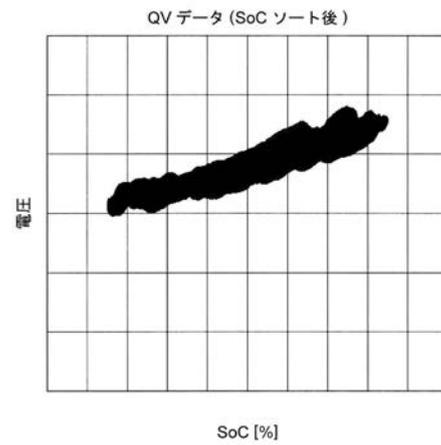
【 図 5 】



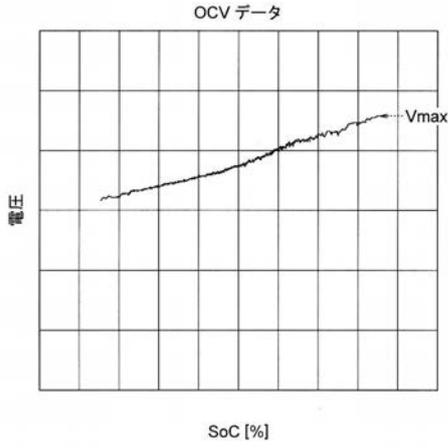
【 図 6 】



【 図 7 】



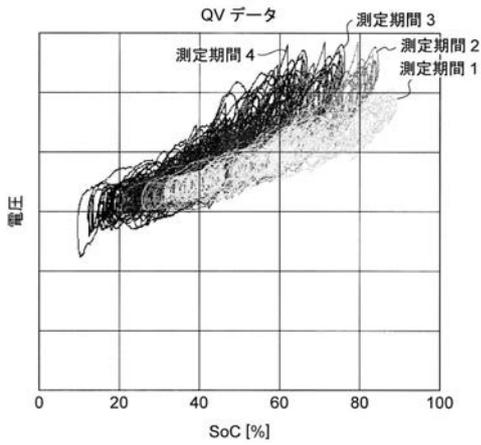
【 図 8 】



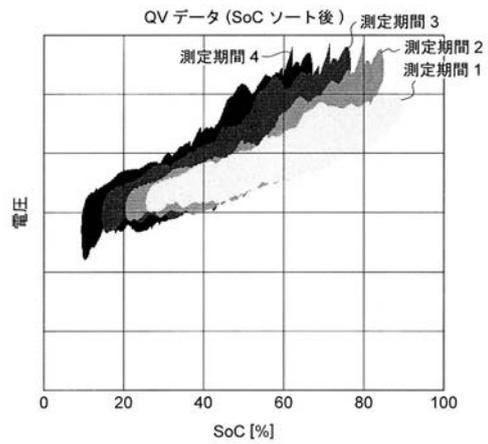
【 図 9 】

ID	測定期間	OCVデータ	平均温度
1	20XX/MM1/DD1	{SoC, OCV}のデータ列1	$\mu T1$
2	20XX/MM2/DD2	{SoC, OCV}のデータ列2	$\mu T2$
3	20XX/MM3/DD3	{SoC, OCV}のデータ列3	$\mu T3$
4	20XX/MM4/DD4	{SoC, OCV}のデータ列4	$\mu T4$
	...	...	...

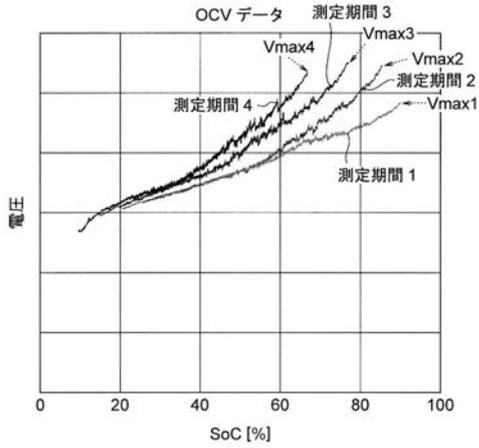
【 図 10 】



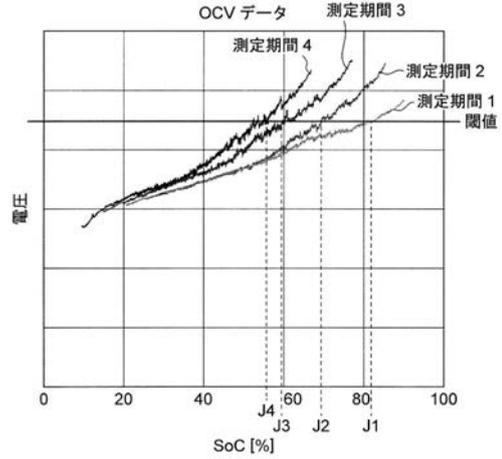
【 図 11 】



【図 1 2】



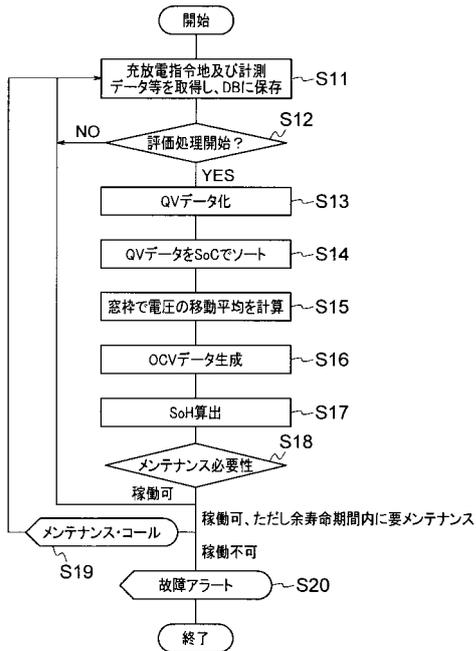
【図 1 3】



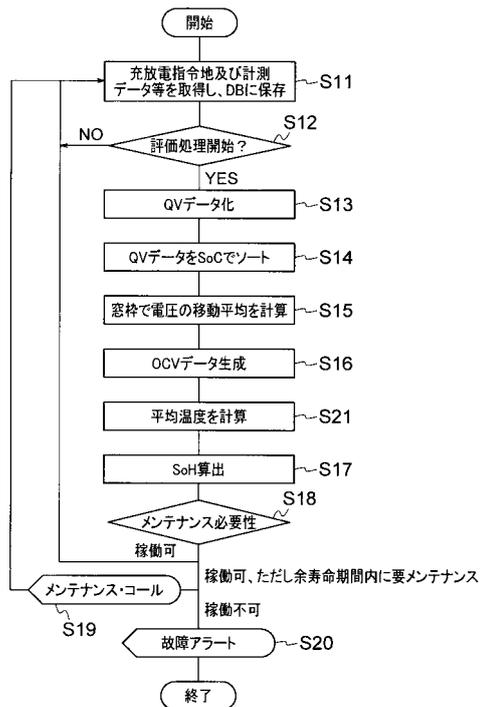
【図 1 4】

測定期間	評価対象SoC	SoH
20XX/MM1/DD1	82.7	100.0
20XX/MM2/DD2	69.4	84.0
20XX/MM3/DD3	59.8	72.3
20XX/MM4/DD4	55.1	66.6
...	...	...

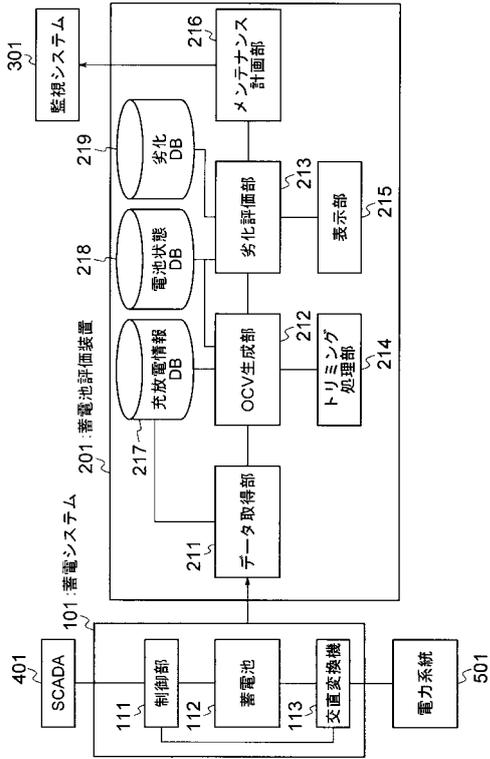
【図 1 5】



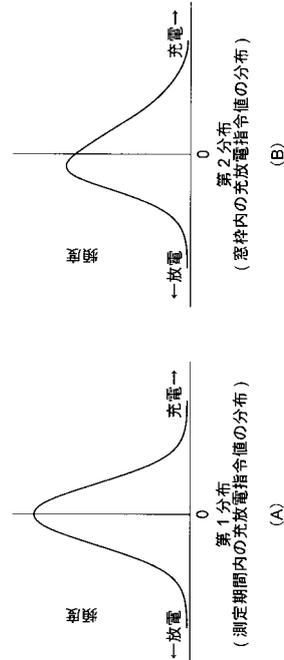
【図 1 6】



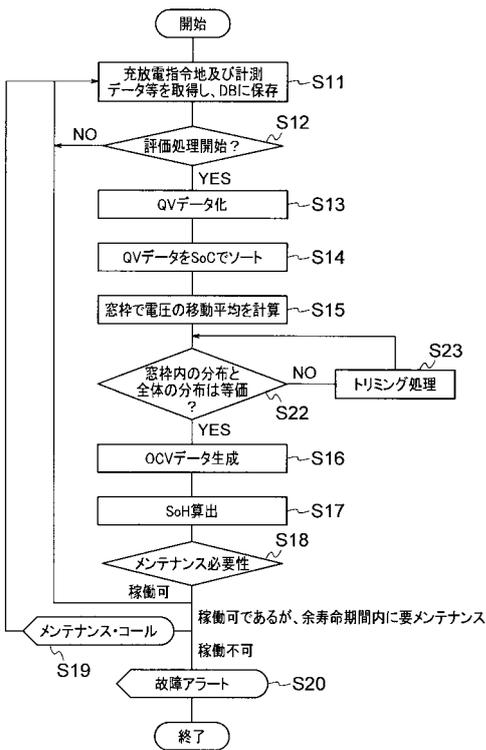
【図17】



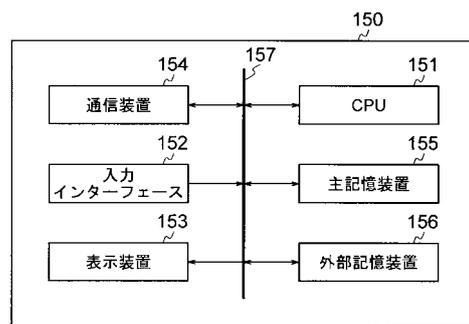
【図18】



【図19】



【図20】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I				テーマコード(参考)
H 0 2 J	3/38	(2006.01)	H 0 2 J	3/32			
H 0 2 J	7/00	(2006.01)	H 0 2 J	3/38	1 1 0		
			H 0 2 J	7/00		Y	

(74)代理人 100118876

弁理士 鈴木 順生

(72)発明者 山本 幸洋

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 波田野 寿昭

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 藤原 健一

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 佐久間 正剛

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 小岩 馨

神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝インフラシステムズ株式会社内

(72)発明者 小倉 靖弘

神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内

(72)発明者 小林 武則

神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内

(72)発明者 三ッ本 憲史

神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内

Fターム(参考) 2G216 AA05 AB05 BA02 BA25 BA46 CB34 CB51

5G064 AA04 AB05 AC05 AC09 CB08 CB12 DA01

5G066 AE09 HA15 HB09 JA01 JB03

5G503 AA01 BA03 BA04 BB01 CA11 CB11 EA08 GD03 GD04 GD06

5H030 AA09 AS03 AS06 AS08 FF22 FF42 FF43 FF44