

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 3 月 9 日(09.03.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/038749 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 31/36 (2006.01) *H02J 7/00* (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/075162
- (22) 国際出願日: 2016 年 8 月 29 日(29.08.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-171402 2015 年 8 月 31 日(31.08.2015) JP
特願 2016-068896 2016 年 3 月 30 日(30.03.2016) JP
- (71) 出願人: 日立化成株式会社(HITACHI CHEMICAL COMPANY, LTD.) [JP/JP]; 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 音田 浩臣(ONDA Hiroomi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 河原 洋平(KAWAHARA Youhei); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一

丁目 9 番 2 号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 朝倉 涼次(ASAKURA Ryoji); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 青稜特許業務法人(SEIRYO I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目 2 4 番 2 号 Tokyo (JP).

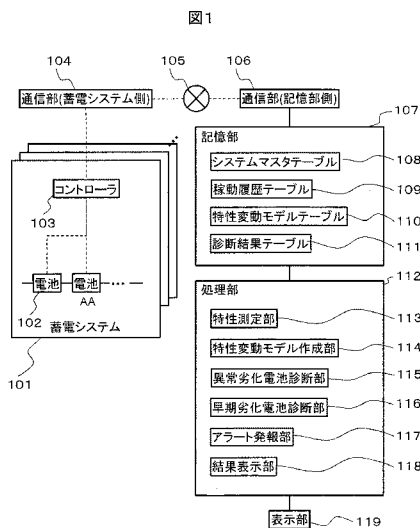
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: DEGRADATION DIAGNOSIS DEVICE, DEGRADATION DIAGNOSIS METHOD, AND DEGRADATION DIAGNOSIS SYSTEM FOR BATTERIES

(54) 発明の名称: 電池の劣化診断装置、劣化診断方法、及び劣化診断システム



- 101 Electricity storage system
102, AA Battery
103 Controller
104 Communication unit (electricity storage system side)
106 Communication unit (storage unit side)
107 Storage unit
108 System master table
109 Operating history table
110 Characteristic fluctuation model table
111 Diagnostic results table
112 Processing unit
113 Characteristic measurement unit
114 Characteristic fluctuation model creation unit
115 Abnormal degradation battery diagnosis unit
116 Early degradation battery diagnosis unit
117 Alert issuing unit
118 Results display unit
119 Display unit

(57) Abstract: A battery degradation diagnosis device for diagnosing the degree of degradation from the actual operating history of a product without obtaining in advance the degradation constant relative to battery voltage and temperature through experimentation or the like. The device is composed of: a communication unit for collecting information pertaining to the state of a battery (current, voltage, temperature, SOC, and the like); an operating history storage unit for storing the battery state information; a characteristic measurement unit for measuring, from the battery state information, characteristics (internal resistance and full charge capacity) that change due to the degradation of the battery; a characteristic fluctuation model creation unit for creating a model of the relationship between the characteristics and the battery state on the basis of the data stored in the operating history storage unit; and a degraded battery diagnosis unit for diagnosing the degradation of the battery on the basis of the measurement values pertaining to the characteristics calculated on the basis of the model.

(57) 要約: 実験などで予め電池電圧と温度に対する劣化定数を求めなくても、実際の製品の稼働履歴から、劣化の度合いを診断するための電池の劣化診断装置であって、電池の状態（電流、電圧、温度、SOC等）を収集する通信部と、電池の状態を記憶する稼働履歴記憶部と、電池の状態から電池の劣化によって変化する特性（内部抵抗や満充電容量）を測定する特性測定部と、稼働履歴記憶部に記憶されたデータに基づいて、特性と電池の状態の関係のモデルを作成する特性変動モデル作成部と、モデルに基づいて計算される特性に関する推定値に基づいて電池の劣化を診断する劣化電池診断部と、で構成する。



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

電池の劣化診断装置、劣化診断方法、及び劣化診断システム

技術分野

[0001] 本発明は、電池の劣化診断に関する。

背景技術

[0002] 背景技術として、特開 2 0 1 4 - 1 9 0 7 6 3 号公報(特許文献 1)がある。この特許文献 1 には、二次電池に対して少なくとも内部抵抗値を含む現時点の電池特性を算出することと、推定期間における温度時間分布及び電流値時間分布を含む使用条件データと、電池電圧と温度に対する劣化定数の分布を示す劣化特性マップとを格納することと、前記現時点の電池特性データと使用条件データとに基づいて前記劣化特性マップにおける電池電圧－温度平面の滞在時間を積算することにより劣化量を推定すること、が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 4 - 1 9 0 7 6 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 前記特許文献 1 には、二次電池の劣化量を推定する技術が記載されている。しかし、電池電圧と温度に対する劣化定数の分布を示す劣化特性マップを予め作成しておく必要がある。そのためには、実験用の電池を作成し、一定の電位に保持するフロート試験、または一定の電位に合わせた後に貯蔵する貯蔵試験を条件を変えて実施する必要があり、時間とコストがかかっていた。また、試験は限られた条件でしか実施できないため、実際に製品を使用する条件と異なり、十分な推定精度が得られない場合があった。

[0005] そこで、本発明では、実験などで予め電池電圧と温度に対する劣化定数を

求めなくても、実際の製品の稼動履歴から、劣化の度合いを診断する技術を提供する。さらに、将来の劣化の度合いを推定し、劣化が想定より進む場合は、期待する寿命に近づけるための使用条件を導く技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、電池の劣化診断装置であって、電池の状態を収集する通信部と、電池の状態を記憶する稼動履歴記憶部と、電池の状態から電池の劣化によって変化する特性を測定する特性測定部と、特性と電池の状態の関係のモデルを作成する特性変動モデル作成部と、モデルに基づいて計算される特性に関する推定値に基づいて電池の劣化を診断する劣化電池診断部とで構成する。

発明の効果

[0007] 実験などで予め電池電圧と温度に対する劣化定数を求めることなく、実際の製品の稼動履歴と特性から精度良く劣化を診断することができる。さらに、複数の使用条件から、期待する寿命に近づけるための使用条件を得る事ができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施例1における電池の劣化診断システムのブロック図である。
[図2]実施例1におけるシステムマスタテーブルの構造図である。
[図3]実施例1における稼動履歴テーブルの構造図である。
[図4]実施例1における特性変動モデルテーブルの構造図である。
[図5]実施例1における診断結果テーブルの構造図である。
[図6]実施例1における電池の劣化診断のフローチャートである。
[図7]実施例2における電池の劣化診断のフローチャートである。
[図8]実施例3における電池の劣化診断のフローチャートである。
[図9]実施例4におけるモデル異常表示画面の1例である。
[図10]実施例4における異常劣化電池表示画面の1例である。
[図11]実施例4における早期劣化電池表示画面の1例である。

[図12]実施例4における早期劣化電池表示画面の他の例である。

[図13]実施例5における電池の劣化診断システムのブロック図である。

[図14]実施例5における稼動履歴テーブルの構造図である。

[図15]実施例5における特性変動モデルテーブルの構造図である。

[図16]実施例5における電池の劣化診断のフローチャートである。

[図17]実施例6における電池の劣化診断のフローチャートである。

[図18]実施例7における特性推定画面の1例である。

[図19]実施例7における特性推定画面の他の例である。

[図20]実施例7における特性推定画面の他の例である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照しながら、電池の劣化診断装置、方法、およびシステムを説明する。

実施例 1

[0010] 図1に、本実施例における電池の劣化診断システムのブロック図を示す。

図1において、蓄電システム101は、1つまたは複数の電池102と、電池102に接続されたコントローラ103を有する。コントローラ103は蓄電システム101および電池102を制御すると共に、電圧・電流・温度などの電池状態の実測値を稼動履歴として定常的に収集する。収集した稼動履歴は、コントローラに接続された通信部(蓄電システム側)104によって、通信網105を通じて定常的に送信される。なお、蓄電システム101は複数存在しても良い。また、蓄電システム101内において、電池102を複数束ねて電池モジュールにするなど、管理しやすいように蓄電システムを構造化しても良い。また、蓄電システム101は、通信部(蓄電システム側)104を取り込んで、通信部と一体となった蓄電システムとしても良い。

[0011] 送信された稼動履歴は、通信網105を通じて、監視装置として機能する劣化診断装置に送信される。劣化診断装置は、図1に示す、通信部(記憶部側)106、記憶部107、処理部112、表示部119からなる。図1に示すように、送信された稼動履歴は、記憶部107に定常的に記憶され、記憶部

１０７は、診断対象の基本的なデータを格納するシステムマスタテーブル１０８、稼動履歴を格納する稼動履歴記憶部である稼動履歴テーブル１０９、電池の状態と特性の関係を示す特性変動モデルを格納する特性変動モデルテーブル１１０、特性の測定値と特性変動モデルから求めた推定値との差分などを格納する診断結果テーブル１１１を持つ。また、記憶部１０７は、処理部１１２と接続され、データを授受する。

[0012] 処理部１１２は、稼動履歴に基づいて、劣化によって変化する劣化に関する特性を測定する特性測定部１１３、稼動履歴に基づいて電池の状態と特性の関係を計算しモデルを作成する特性変動モデル作成部１１４、稼動履歴とモデルから異常劣化する電池を診断する異常劣化電池診断部１１５、稼動履歴とモデルから早期劣化する電池を診断する早期劣化電池診断部１１６を有する。なお、異常劣化電池診断部１１５と早期劣化電池診断部１１６をまとめて劣化電池診断部として、モデルに基づいて計算される特性に関する推定値に基づいて電池の劣化を診断する劣化電池診断部としてもよい。また、処理部１１２は、異常予兆をアラートとしてＥメール、電話、ＦＡＸなど所望の方法で発報するアラート発報部１１７、アラートの内容を表示する画面を生成する結果表示部１１８を有する。そして、処理部１１２と接続された表示部１１９が、結果表示部１１８で生成した画面を表示する。

[0013] なお、上記劣化診断装置は、遠隔監視として機能し、例えば、パソコンとモニタからなるスタンドアロン型でも良いし、サーバとパソコン、モニタからなるクライアントサーバ型としても良い。また、送信された稼動履歴をクラウド上に保管し、それらのデータを用いて劣化診断を行うクラウド型としても良い。

[0014] 図２に、本実施例におけるシステムマスタテーブル１０８の構造を示す。図２において、蓄電システムＩＤ列は、診断対象とする蓄電システムに一意に割り当てられるＩＤ、蓄電システム品種列は蓄電システムの品種、電池品種列は蓄電システムを構成する電池の品種を格納する。本テーブルには、その他に蓄電システムを所有する顧客の情報、設置された場所、用途などの情

報を持たせても良い。

[0015] 図3に、本実施例における稼動履歴テーブル109の構造を示す。稼動履歴テーブル109は、時系列に、蓄電システム101の状態である蓄電システムを構成する電池102の状態を記録するテーブルである。時刻列は状態を測定した時刻、蓄電システムID列は診断対象とする蓄電システムを一意に識別するためのID、電池ID列は診断対象とする電池を一意に識別するためのID、電流・電圧・SOC(State of Charge)・温度・湿度列は電池の状態をセンサ等で実測した値を格納する。内部抵抗・満充電容量列は、電池状態の実測値から求めたそれぞれの計算値を格納する。なお、内部抵抗は、開回路電圧に対して負荷接続時に電圧降下する現象を抵抗として表現したものである。また、満充電容量は、電池を満充電状態にして、完全放電状態にするまでに取り出せる電気量である。

[0016] 図4に、本実施例における特性変動モデルテーブル110の構造を示す。特性変動モデルテーブル110では、稼動履歴テーブル109のデータに基づいて、電池の状態と特性の関係をモデルとして数値化し、その結果を格納する。なお、蓄電システムは品種毎に形状や構成が異なり、電池も品種毎に材料や形状が異なるため、状態と特性の関係についても、蓄電システムや電池の品種ごとに異なる場合がある。そこで、本実施例では、蓄電システムの品種と電池の品種の組合せ毎に特性変動モデルを計算する。

[0017] 図4において、蓄電システム品種列は、蓄電システム101の品種を格納し、電池品種列は、電池102の品種を格納する。特性列は、モデルの対象の特性を格納する。本実施例では、特性として内部抵抗と満充電容量を扱う。

[0018] 内部抵抗と満充電容量は、測定時の電池状態と、測定するまでの劣化の影響により変動する。それぞれの影響による変動を以降、測定時変動、劣化変動と呼ぶ。本実施例では、特性に対して、初期(製品出荷時)特性と、測定時変動と、劣化変動が線形であると仮定し、特性変動モデルを下記の式1、式2、式3により表現する。

[0019] 特性(t) = 初期特性 + 測定時変動(t) + 劣化変動(t) . . . (式1)

測定時変動(t) = $a_{11} \times f_{11}(x_{11}(t)) + a_{12} \times f_{12}(x_{12}(t))$. . . (式2)

劣化変動(t) = $a_{21} \times f_{21}(x_{21}(t)) + a_{22} \times f_{22}(x_{22}(t))$. . . (式3)

ここでtはある時刻であり、 $x_{11}(t)$ 、 $x_{12}(t)$ 、 $x_{21}(t)$ 、 $x_{22}(t)$ はそれぞれ時刻tにおける電池状態を表す。 f_{11} 、 f_{12} 、 f_{21} 、 f_{22} は電池状態と特性の関係を表現するのに適した関数を表す。例えば、べき乗の関数($\sqrt{\quad}$)、対数関数(log)、指数関数(exp)などであり、適合度の良いものを選択する。 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{21} 、 a_{22} は特性への影響度を示す係数である。

[0020] 図4において、特性変動モデルテーブル110では、変数列に、モデル式の項に代入される電池状態を稼動履歴テーブル109の列名から選択して格納する。また、変数列には、稼動履歴テーブルの値に基づき、関数を使った計算値を入力することもできる。例えば、図4の4行目のデータ401では変数列に「sum(abs(電流))」が格納されている。sumは累積和、absは絶対値を出力する関数であり、この場合は、稼動履歴テーブル109の時刻tまでに累積で充放電した電流量を表す。また、5行目のデータ402の変数列「時刻-init(時刻)」は、記録を開始してからの経過時間を表す。

[0021] なお、特性に対して、初期特性と、測定時変動と、劣化変動が線形でなく、交互作用がある場合は、交互作用の項を加えても良い。交互作用の項は、 $f_3(x_1 \times x_2)$ のように、変数列に変数同士の積を入れることで表される。

[0022] 制約条件列はモデルの妥当性を保証するための、特性と電池状態の物理的关系に基づいた制約条件を格納する。例えば、図4の2行目のデータ403では、制約条件は「 <0 」と記載されており、特性「内部抵抗」のモデル式において、変数「温度」の項では、係数は負の値のみを取るという制約条件を表している。これは、温度が上昇すると、電池内の化学反応が加速されるため、その影響を受けて内部抵抗は小さくなるため、通常は測定時の温度の内部抵抗への係数は負の値しか取り得ないことを示す。

[0023] 測定時変動/劣化変動列は、測定時変動であれば「測定時」、劣化変動であれば「劣化」を入力する。係数列は稼動履歴テーブル109のデータに基づ

いて計算された係数が格納される。

[0024] 図5に、本実施例における診断結果テーブル111の構造を示す。診断結果テーブル111には、特性変動モデルにより電池を診断した結果を格納する。図5において、時刻列は電池特性の測定時刻、蓄電システムID、電池ID列は診断対象のID、内部抵抗(残差)列は特性を特性変動モデルで推定した値と測定値の差(残差)を格納する。特性変動モデルでの推定は、式1、式2、式3の電池状態に稼動履歴テーブル109における電流・電圧・SOC(State of Charge)・温度・湿度列の対応する列のデータを代入し、関数に特性変動モデルテーブル110の関数列の関数を代入し、係数に特性変動モデルテーブル110の係数列の係数を代入することで行う。推定値は、平均的な電池の特性を推定した値となるため、推定値と測定値の差は、対象とする電池がどの程度通常の電池と乖離しているかを示す指標となる。

[0025] また、内部抵抗(劣化変動分)列は下記の式4に従い特性変動モデルで測定時変動を推定し、測定値から測定時変動を除去した値を格納する。

[0026] 内部抵抗(劣化変動分)＝内部抵抗測定値

$$-a1 \times f1(x1(t) - (x1 \text{の全期間での平均値}))$$

$$-a2 \times f2(x2(t) - (x2 \text{の全期間での平均値})) \dots (\text{式4})$$

内部抵抗(劣化変動分)列は、初期特性と劣化変動を抽出した値であるため、時系列で傾向を確認することで、劣化の傾向を確認する。満充電容量(残差)列と満充電容量(劣化変動分)列についても同様に、満充電容量の残差および劣化変動分を計算して格納する。

[0027] 図6に、本実施例における電池の劣化診断のフローチャートを示す。図6において、まず特性測定部113が稼動履歴テーブル109から読みだしたデータに基づいて、劣化の影響を受ける特性の測定値を求め、稼動履歴テーブルに書き込む(601)。特性のうち、内部抵抗はオームの法則に基づき、下記の式5により電圧の変動量を電流の変動量で除算することで測定できる。

[0028] 内部抵抗＝(電圧(t)－電圧(t－Δt))/(電流(t)－電流(t－Δt))・・・(式5)

ここで、 t はある時刻であり、 Δt は電池状態の測定間隔である。電圧(t)は t の時の電池電圧、電流(t)は t の時の電池に流れる電流を示す。

[0029] また、満充電容量は、電池が満充電の時点と完全放電の時点とを2点抽出し、その2点間の電流値を積分することで測定できる。

[0030] 次に、特性変動モデル作成部114が、稼動履歴テーブル109から読みだしたデータに基づいて特性変動モデルを作成し、特性変動モデルテーブル110に書き込む(602)。本実施例では、モデル係数を重回帰分析により求める。重回帰分析は、蓄電システム品種と電池品種の組合せ毎に、特性変動モデルテーブル110の特性列、変数列に格納されている各項について、式1、式2、式3のモデル式の係数を、稼動履歴テーブル109のデータについて、残差の平方和が最小になるように計算する。なお、初期(製品出荷時)特性は、重回帰分析の初期値の定数項として計算される値を用いる。本実施例では、変数名「初期値」として特性変動モデルテーブル110に格納する。

[0031] 次に、モデル妥当性の確認を行う(603)。ここでは、特性変動モデルテーブル110に格納された係数について、制約条件列に格納された制約条件を満たすか確認する。

[0032] 制約条件を満たさない場合はモデル異常の発報・表示(604)へ進む。ここでは、アラート発報部117を通じて異常を発報し、結果表示部118でモデル異常表示画面を生成し、表示部119に表示する。モデル異常は、稼動履歴テーブル109のデータが異常であること、特性変動モデルテーブル110に設定した変数や制約条件が誤っていることなどが考えられるので、確認の上、誤りが有った場合は各テーブルのデータを修正する(605)。なお、モデル妥当性の確認(603)は、誤判定を防ぐ目的で必要であるが、必須ではなく、なくても構わない。

[0033] モデル妥当性の確認(603)において制約条件をみたす場合は、全電池の特性について、測定値とモデルによる推定値を比較する(606)。ここでは、異常劣化電池診断部115が、稼動履歴テーブル109と特性変動モデル

テーブル 110 のデータに基づいて、各特性の残差を計算する。本実施例では、診断結果テーブル 111 の内部抵抗(残差)列と満充電容量(残差)列」のデータを計算し、格納する。

[0034] 次に、モデルと乖離した電池があるか調査する(607)。ここでは、蓄電システム品種と電池品種の組合せ毎、または蓄電システムID毎に、診断結果テーブル 111 の電池毎の最新の残差を確認し、ばらつきから外れた残差がないか調査する。例えば、残差の $+3\sigma$ (標準偏差の3倍の値)を上限値、 -3σ を下限値として、上限値または下限値から外れる電池がある場合は、モデルから乖離した電池があると判定する。モデルから乖離した電池がある場合は、乖離した電池を異常劣化の電池として、アラート発報・画面表示を行う(608)。アラート発報部 117 を通じて異常を発報し、結果表示部 118 で異常劣化電池表示画面を生成し、表示部 119 に表示する。

[0035] 異常劣化電池は、対策のために正常な電池と交換する場合が考えられる。その場合は、稼動履歴テーブル 109 における電池IDなどのデータが変更になるため、必要に応じて稼動履歴テーブル 109 のデータを修正する(609)。

[0036] モデルから乖離した電池がない場合は、異常劣化電池は無しと判断し、診断終了とする。診断は定期的に行う必要があるため、適当な間隔(例えば1日毎)で本診断のフローチャートを最初(601)から繰り返して実行する。

[0037] 以上のように、本実施例は、電池の劣化診断装置であって、電池の状態を収集する通信部と、電池の状態を記憶する稼動履歴記憶部と、電池の状態から電池の劣化によって変化する特性を測定する特性測定部と、特性と電池の状態の関係のモデルを作成する特性変動モデル作成部と、モデルに基づいて計算される特性に関する推定値に基づいて電池の劣化を診断する劣化電池診断部とで構成する。

[0038] また、劣化電池診断部は、特性測定部から出力された特性の測定値とモデルによる特性の推定値を比較して、測定値と推定値の乖離が予め定めた基準値を超えたか否かで電池の異常を診断する異常劣化電池診断部とする。

- [0039] また、電池の劣化診断方法であって、電池の状態を収集し、電池の状態から電池の劣化によって変化する特性を測定し、特性と電池の状態の関係のモデルを作成し、モデルに基づいて計算される特性に関する推定値に基づいて電池の劣化を診断するように構成する。
- [0040] また、特性に関する推定値はモデルによる特性の推定値であり、特性の測定値と特性の推定値を比較して、測定値と推定値の乖離が予め定めた基準値を超えたか否かで電池の異常を診断するように構成する。
- [0041] また、蓄電システムと、通信網と、劣化診断装置からなる電池の劣化診断システムであって、蓄電システムは、1つまたは複数の電池と、電池に接続され電池の状態の実測値を稼動履歴として収集するコントローラと、収集した稼動履歴を通信網に送信する通信部を有し、劣化診断装置は、稼動履歴を通信網を介して収集する通信部と、稼動履歴を記憶する稼動履歴記憶部と、稼動履歴から電池の劣化によって変化する特性を測定する特性測定部と、特性と稼動履歴の関係のモデルを作成する特性変動モデル作成部と、モデルに基づいて計算される特性に関する推定値に基づいて電池の劣化を診断する劣化電池診断部とで構成する。
- [0042] これにより、実験などで予め電池電圧と温度に対する劣化定数を求めることなく、実際の製品の稼動履歴と特性から精度良く劣化を診断することができ、正常な電池と異なり異常な劣化傾向を示す電池を、蓄電システムの異常へと繋がる前の段階で検出することができ、対策を事前に行い蓄電システムの異常を未然に防ぐことが可能となる。

実施例 2

- [0043] 図7に本実施例における電池の劣化診断のフローチャートを示す。図7において、処理ステップ601から605までは図6と同じ処理ステップであり、図6と同じ符号を付し、その説明は省略する。
- [0044] 図7において、モデル妥当性の確認(603)において制約条件をみたす場合は、処理ステップ610で、各特性について、測定時変動を除去し、初期特性+劣化変動分を抽出し、診断結果テーブル111の特性の劣化変動分の

列に格納する。次に、蓄電システム品種と電池品種の組合せ毎、または蓄電システムID毎に、診断結果テーブル111の電池毎の最新データに基づく劣化変動分のデータを確認し、早期劣化電池があるか判定する(611)。例えば、劣化変動分の平均値+3 σ (標準偏差の3倍の値)を上限值、平均値-3 σ を下限值として、上限値・下限値から外れる電池がある場合は、蓄電システムの中に早期劣化電池があると判定する。また、予め特性の劣化変動分について、警告ラインを定めておき、警告ラインを超える場合は、早期劣化電池があると判定する。例えば、内部抵抗であれば初期特性の5倍を警告ラインとして、それを上回る場合は早期劣化電池と判定する。満充電容量であれば初期特性の半分を警告ラインとして、それを下回る場合は早期劣化電池と判定する。ここでは、早期劣化電池診断部116が、稼動履歴テーブル109と特性変動モデルテーブル110のデータに基づいて、各特性の劣化変動分を計算する。

[0045] 早期劣化電池があった場合は、アラート発報・画面表示を行う(612)。

アラート発報部117を通じて異常を発報し、結果表示部118で早期劣化電池表示画面を生成し、表示部119に表示する。早期劣化電池は、対策のために正常な電池と交換する場合が考えられる。その場合は、稼動履歴テーブル109における電池IDなどのデータが変更になるため、必要に応じて稼動履歴テーブル109のデータを修正する(609)。

[0046] 早期劣化電池が無かった場合は、蓄電システムの異常予兆は無しと判断し、診断終了とする。診断は定期的に行う必要があるため、適当な間隔(例えば1日毎)で本診断のフローチャートを最初(601)から繰り返して実行する。

[0047] 以上のように、本実施例は、電池の劣化診断装置であって、電池の状態を収集する通信部と、電池の状態を記憶する稼動履歴記憶部と、電池の状態から電池の劣化によって変化する特性を測定する特性測定部と、特性と電池の状態の関係のモデルを作成する特性変動モデル作成部と、特性測定部から出力された特性の測定値を測定時の電池状態による測定時変動と測定までの劣化の影響による劣化変動に分け、特性測定部から出力された特性の測定値か

らモデルによる測定時変動の推定値を除く劣化変動分が予め定めた基準値を超えたか否かで電池の異常の予兆を診断する早期劣化電池診断部とで構成する。

[0048] また、電池の劣化診断方法であって、電池の状態を収集し、電池の状態から電池の劣化によって変化する特性を測定し、特性の測定値は測定時の電池状態による測定時変動と測定までの劣化の影響による劣化変動であり、特性と電池の状態の関係のモデルを作成し、特性の測定値からモデルによる測定時変動の推定値を除く劣化変動分が予め定めた基準値を超えたか否かで電池の異常の予兆を診断するように構成する。

[0049] これにより、本実施例によれば、測定時変動の影響を受けずに早期劣化電池があるかの診断が可能となる。また、実験などで予め電池電圧と温度に対する劣化定数を求めることなく、実際の製品の稼動履歴と特性から精度良く劣化を診断することができ、劣化が早く進み想定よりも早い段階で利用できなくなる電池を、蓄電システムの異常へと繋がる前に予兆の段階で検出することができ、対策を事前に行い蓄電システムの異常を未然に防ぐことが可能となる。

実施例 3

[0050] 図8に本実施例における電池の劣化診断のフローチャートを示す。

[0051] 本実施例は、図6と図7を組合せた処理フローであり、図6、図7と同じ処理ステップは同じ符号を付している。したがって、詳細な説明は省略するが、その概要を以下説明する。

[0052] 図8においては、特性変動モデルを作成しモデル妥当性の確認を行ない(601-605)、測定値とモデルによる推定値の比較で異常電池を検出し(606-609)、測定時変動を除去し、初期特性+劣化変動で早期劣化電池を検出する(610-612)。

[0053] これにより、製品の使用条件に即した測定時の電池状態の劣化診断が可能となり異常劣化電池があるかを判断できるとともに、測定時変動の影響を受けずに早期劣化電池があるかの診断が可能となる。よって、使用電池の劣化

診断の信頼性がより上がるという効果がる。

実施例 4

[0054] 本実施例は、電池の劣化診断システムにおける表示部への表示例について説明する。

[0055] 図 9 にモデル異常表示画面を示す。図 9 において、モデル種別表示部 701 に、表示するモデルの蓄電システム品種、電池品種、特性を表示する。そして、グラフ表示部 702 に特性変動モデルテーブル 110 に格納されている係数を表示する。変数列と測定時変動/劣化変動列のデータをラベルとして、係数の大きさを棒グラフとして表示する。この時、係数の代わりとして、重回帰分析を行った際の標準偏回帰係数を表示しても良い。そして、制約条件から外れている係数は、強調表示のため、太線でラベルと棒グラフのプロットが囲われる。図 9 の例では電圧が制約条件を満たしていないため、太線で囲われている。

[0056] 図 10 に異常劣化電池の表示画面の 1 例を示す。

[0057] 図 10 において、種別表示部 801 に、表示対象とする蓄電システム品種、電池品種、蓄電システム ID、特性を表示する。なお、本表示画面は、蓄電システム品種毎、電池品種毎、蓄電システム ID 毎に表示できる。本例では蓄電システム ID 毎に内部抵抗に関する異常劣化電池を表示する例を示す。

[0058] 特性および残差グラフ表示部 802 には時系列での特性と残差を表示する。特性については、種別表示部 801 の電池について稼動履歴テーブル 109 の特性列のデータを表示する。残差のグラフには、種別表示部 801 の電池について診断結果テーブル 111 の該当する特性の残差のデータを表示する。

[0059] 最新の残差の分布表示部 803 には、特性および残差グラフ表示部 802 の残差グラフにおいて「最新」と示されている時点でのデータを、ヒストグラムとして表示する。ここで、上限値・下限値を超える異常劣化電池について電池 ID を表示する。本例では電池 ID が 3 の電池が異常であることが分

かる。

[0060] 図 1 1 に早期劣化電池表示画面の他の例を示す。モデル種別表示部 9 0 1 に、表示対象とする蓄電システム品種、電池品種、蓄電システム I D、特性を表示する。なお、本表示画面は、蓄電システム品種毎、電池品種毎、蓄電システム I D 毎に表示できる。本例では蓄電システム I D 毎に内部抵抗に関する早期劣化電池を表示する例を示す。

[0061] 特性および劣化変動分グラフ表示部 9 0 2 には時系列での特性と劣化変動分を表示する。特性については、種別表示部 9 0 1 の電池について稼動履歴テーブル 1 0 9 の特性列のデータを表示する。劣化変動分のグラフには、種別表示部 9 0 1 の電池について診断結果テーブル 1 1 1 の該当する特性の劣化変動分、すなわち、初期特性+劣化変動のデータを表示する。

[0062] 最新の劣化変動分の分布表示部 9 0 3 には、特性および劣化変動分グラフ表示部 9 0 2 の劣化変動分グラフにおいて「最新」と示されている時点でのデータを、ヒストグラムとして表示する。ここで、上限値・下限値を超える早期劣化電池について電池 I D を表示する。本例では電池 I D が 5 の電池が早期劣化電池であることが分かる。

[0063] 図 1 2 に早期劣化電池表示画面について図 1 1 と異なる例を示す。図 1 2 において、図 1 2 の特性および劣化変動分グラフ表示部 1 0 0 2 の劣化変動分のグラフには、図 1 1 の特性および劣化変動分グラフ表示部 9 0 2 と異なり、警告ラインが示されている。これにより、劣化変動分が上昇し警告ラインを超えているかを知ることができる。最新の劣化変動分の分布表示部 1 0 0 3 についても、図 1 1 の最新の劣化変動分の分布表示部 9 0 3 と異なり、警告ラインが示されており、警告ラインを超える電池が存在し、その電池 I D が 6, 7 であることが分かる。

実施例 5

[0064] 図 1 3 に、本実施例における電池の劣化診断システムのブロック図を示す。図 1 3 において、構成要素 1 0 1 から 1 1 9 までは図 1 と同じ構成要素であり、図 1 と同じ符号を付し、その説明は省略する。図 1 3 において、稼動

履歴推定部 122 は、稼動履歴テーブル 109 に格納されている過去の稼動履歴に基づいて、将来の稼動履歴を推定し、その推定結果を稼動履歴テーブル 109 に追加する。特性推定部 123 は、稼動履歴テーブル 109、特性変動モデルテーブル 110 のデータに基づいて、将来の電池の特性を推定し、その推定結果を診断結果テーブル 111 に格納する。

[0065] 図 14 に本実施例における稼動履歴テーブル 109 の構造を示す。図 14 においては、図 3 に示した実施例 1 の稼動履歴テーブル 109 にケース No. 列を追加した構造となっているため、追加した列のみを説明する。ケース No. 列は、格納されるデータが実測した値か、それとも稼動履歴推定部 122 で推定した値かを区別するための情報を格納する。本例では、実測した値は 0 を、推定した値は 0 以外を格納する。

[0066] 図 15 に本実施例における診断結果テーブル 111 の構造を示す。図 15 においては、図 5 に示した実施例 1 の診断結果テーブル 111 にケース No. 列を追加した構造となっているため、追加した列のみを説明する。ケース No. 列は、格納されるデータが実測した稼動履歴を元に診断した値か、推定した稼動履歴で診断した値かを区別するための情報を格納する。本例では、実測した稼動履歴で診断した場合は 0 を、推定した稼動履歴で診断した場合は 0 以外を格納する。

[0067] 図 16 に本実施例において、将来の特性の劣化を推定する事で劣化診断を行うフローチャートを示す。図 16 において、処理ステップ 601 から 605 までは図 6 と同じ処理ステップであり、図 6 と同じ符号を付し、その説明は省略する。図 16 において、処理ステップ 603 でモデルが制約を満たす事が確認できた場合、将来の稼動履歴を推定し、稼動履歴テーブル 109 に追加する（613）。ここでは、実測した稼動履歴に基づいて、ルールに従って将来の稼動履歴を推定する。稼動履歴テーブル 109 には、実測した稼動履歴がケース No. 列が 0 として登録されているので、蓄電システム ID 列が、診断対象の蓄電システム ID と一致し、ケース No. 列が 0 のデータを取得する。そして、電池 ID 毎にルールに従って将来の値を推定し、ケース

N o. 列を 1 として登録する。本例では、季節などの影響を考慮し、過去の電池の状態を一定期間取得するために、直近 1 年の稼動履歴を、予め定めた期待寿命(例えば 10 年)が経過する時刻まで、繰り返す事により推定を行う。次に、将来の電池特性(劣化変動分)を推定する(614)。将来の電池特性(劣化変動分)は、式 1、式 3 および下記の式 6 により推定できる。

$$[0068] \quad \text{測定時変動}(t) = a_{11} \times f_{11}(x_{11}(t) \text{の全期間での平均値}) \\ + a_{12} \times f_{12}(x_{12}(t) \text{の全期間での平均値}) \quad \dots (\text{式 } 6)$$

ここで、式 6 の $x_{11}(t)$ 、 $x_{12}(t)$ および f_{11} 、 f_{12} および a_{11} 、 a_{12} は式 1 と同じ変数である。稼動履歴テーブル 109 から、蓄電システム ID 列が、診断対象の蓄電システム ID と一致し、ケース N o. 列が 0 以外のデータを取得し、取得したデータを式 1、式 3 および式 6 に代入する事で将来の電池特性(劣化変動分)を推定し、推定した値を、診断結果テーブル 111 に格納する。ケース N o. 列には稼動履歴テーブル 109 から取得したケース N o. 列と同じ値を格納する。次に期待寿命までに電池の特性が使用限界を超えるか判定する(615)。ここでは、予め定めた使用期間である期待寿命(例えば 10 年)までに、電池特性(劣化変動分)が予め定めた基準値である使用限界を超えるか否かを判定する。超える場合は、アラート発報・画面表示を行う(616)。アラート発報部 117 を通じて異常を発報し、結果表示部 118 で特性推定画面を生成し、表示部 119 に表示する。期待寿命未達の電池は、対策のために正常な電池と交換する場合が考えられる。その場合は、稼動履歴テーブル 109 における電池 ID などのデータが変更になるため、必要に応じて稼動履歴テーブル 109 のデータを修正する(609)。

[0069] これにより、本実施例によれば、実験などで予め電池電圧と温度に対する劣化定数を求めることなく、実際の製品の稼動履歴と特性から精度良く将来の特性を推定し、劣化を診断することができ、劣化が早く進み想定よりも早い段階で利用できなくなる電池を、蓄電システムの異常へと繋がる前に検出することができ、対策を事前に行い蓄電システムの異常を未然に防ぐことが可能となる。

実施例 6

[0070] 図 17 に本実施例における電池の劣化診断のフローチャートを示す。図 17 において、処理ステップ 601 から 615 までは図 16 と同じ処理ステップであり、図 16 と同じ符号を付し、その説明は省略する。図 17 において、ステップ 615 で期待寿命までに特性が使用限界を超過する場合、期待寿命を達成するために、将来の稼動履歴の修正案を作成する（617）。まず稼動履歴テーブル 109 の列の中で、劣化に影響する列を特定する。但し、時間に関する列は、制御できないため除外とする。特性変動モデルテーブル 110 の測定時変動/劣化変動列が「劣化」として格納されている行について、変数列に格納されている変数に相当する列を特定する。図 4 の例では、測定時変動/劣化変動列が「劣化」となっている変数列「sum(abs(電流))」、「時刻-init(時刻)」に含まれる「電流」、「時刻」が対象であり、時間に関する変数「時刻」は除外するため、「電流」が特定される。修正案は次の 2 通りの方式で作成する。

[0071] 第一の方式は、画面を介して修正案を受け付ける方式である。結果表示部 118 が、劣化に影響する変数を表示し、その変数の変更量を受け付ける。次に、ステップ 613 と同様に稼動履歴推定部 122 が直近 1 年の稼動履歴を、予め定めた期待寿命が経過する時刻まで、繰り返す事により推定を行うが、その際に、劣化に影響する列の値について、稼動履歴テーブル 109 から取得した値に、受け付けた変数の変更量を乗算または徐算する事で修正案を作成する。そして、作成した修正案を稼動履歴テーブル 109 に格納する。その際にケース No. 列には格納済みのケース No. 列の最大値をインクリメントした値を格納する。

[0072] 次に第二の方式は、稼動履歴テーブル 109 に格納された他の蓄電システムの稼動履歴を参照して修正案を作成する方式である。まず、システムマスタテーブル 108 から電池品種列の値が診断対象の蓄電システムと同じ蓄電システム ID を全て取得する。次に稼動履歴テーブル 109 から蓄電システム ID 列が、取得済みの蓄電システム ID と一致し、さらに測定値である事

を示すケースN o. 列が0と一致するデータを、診断時点から直近1年分取得する。次に、劣化に影響する列について、取得したデータから診断対象の蓄電システムIDの全電池IDの複数の異なる電池について平均値を計算して代表値として、代表値を1とした時の蓄電システムIDと電池IDの組合せ毎の平均値を変更量とする。そして、稼動履歴テーブル109から取得した値のうち、劣化に影響する列の値について、各変更量を乗算または徐算する事で複数の修正案候補を作成する。作成した修正案は稼動履歴テーブル109に格納する。その際にケースN o. 列には各変更量毎に一意の番号を振って格納する。

[0073] 次に、作成した全ての修正案について、将来の特性(劣化変動分)を推定する(618)。ステップ614と同様に、稼動履歴テーブル109から蓄電システムID列が診断対象の蓄電システムIDと一致するデータを取得し、取得したデータを式1、式3および式6に代入する事で推定し、推定した電池特性(劣化変動分)を、診断結果テーブル111に格納する。推定はケースN o. 列の値毎に行い、診断結果テーブル111には、そのケースN o. の値とともに推定した結果を格納する。

[0074] 次に期待寿命までに使用限界を超過しない修正案が有るか判定する(619)。診断結果テーブル111から蓄電システムID列が、診断対象の蓄電システムIDと一致するデータを全て取得し、予め定めた期待寿命(例えば10年)までに、予め定めた電池特性の使用限界を超えないケースが存在するか判定する。使用限界を超えないケースが存在する場合は、結果を表示する(620)。その際は、診断結果テーブル111に格納された蓄電システムID列が診断対象と一致する全てのデータと、稼動履歴の修正案を作成した際の変更量とともに表示する。使用限界を超えないケースが存在しない場合は、該当電池を期待寿命未達としてアラート発報・表示する(621)。アラート発報部117を通じて異常を発報し、結果表示部118で特性推定画面を生成し、表示部119には、ステップ621と同様に診断結果テーブル111に格納された蓄電システムID列が診断対象と一致する全てのデータと、稼動履

歴の修正案を作成した際の変更量とともに表示する。

[0075] これにより、本実施例によれば、実験などで予め電池電圧と温度に対する劣化定数を求めることなく、実際の製品の稼動履歴と特性から精度良く将来の特性を推定し、劣化を診断することができ、劣化が早く進み想定よりも早い段階で利用できなくなる電池を、蓄電システムの異常へと繋がる前に予兆の段階で検出することができ、さらに劣化の度合いが想定よりも進んでいる場合に、複数の使用条件から、期待する寿命に近づける使用条件を得る事ができる。

実施例 7

[0076] 本実施例は、電池の劣化診断システムにおける表示部への表示例について説明する。図18に特性推定画面の1例を示す。図18において、種別表示部1101に、診断対象とする蓄電システム品種、電池品種、特性、蓄電システムIDを表示する。なお、本表示画面は、蓄電システム品種毎、電池品種毎、蓄電システムID毎に表示できる。本例では蓄電システムID毎に内部抵抗に関する期待寿命未達電池を表示する例を示す。特性および劣化変動分グラフ1102には、時系列での特性と劣化変動分を表示する。特性については、種別表示部1101の電池について稼動履歴テーブル109の特性列のデータのうち、測定値であるケースNo. 列が0のデータを表示する。劣化変動分のグラフには、種別表示部1101の電池について診断結果テーブル111の該当する特性の劣化変動分を表示する。ここで、診断結果テーブル111のケースNo. 列が0のデータは、測定された稼動履歴に基づいて計算された事を示すため、実線でプロットする。ケースNo. 列が0以外のデータは推定された稼動履歴に基づいて計算された事を示すため、破線でプロットする。劣化変動分のグラフ内には破線の水平線で使用限界を示しており、特性の劣化変動分が期待寿命までに使用限界を超過する場合は、期待寿命未達電池として、電池IDを表示する。本例では、その電池IDが3であることがわかる。

[0077] 図19は特性推定画面のうち、稼動履歴の推定に用いる変更量を画面で受

け付ける例を示す。図 19 において、種別表示部 1103 に、診断対象とする蓄電システム品種、電池品種、特性、蓄電システム ID、電池 ID を表示する。なお、本表示画面は、蓄電システム品種毎、電池品種毎、蓄電システム ID、電池 ID 毎に表示できる。本例では特定の蓄電システム ID の電池 ID の推定例を示す。稼動履歴変更量受付部 1104 には、劣化に影響する変数が特定され、表示される。さらに、スライドバーやテキストボックスなどにより、変更量を入力して受け付けられるようになっている。変更量の入力を受け付けると、変更量に基づいた稼動履歴の推定、推定された稼動履歴による特性(劣化変動分)の推定が行われ、特性および劣化変動分グラフ 1105 に表示される。特性については、種別表示部 1103 の電池について稼動履歴テーブル 109 の特性列のデータのうち、測定値を示すケース No. 列が 0 のデータを表示する。劣化変動分のグラフには、種別表示部 1103 の電池について診断結果テーブル 111 の該当する特性の劣化変動分を表示する。ここで、診断結果テーブル 111 のケース No. 列が 0 のデータは、測定された稼動履歴に基づいて計算された事示すため、実線でプロットする。ケース No. 列が 0 以外のデータは推定された稼動履歴に基づいて計算された事示すため、破線でプロットする。さらに推定の際に変更した変数と変更量を併記する。本例では電流の変更量を 1.0 として稼動履歴の推定を行った場合は、期待寿命までに使用限界に達するが、変更量を 0.8 として稼動履歴の推定を行った場合は、期待寿命まで使用限界には達せず、使用を継続できる事がわかる。

[0078] 図 20 は、特性推定画面のうち、稼動履歴の推定の際の変更量を画面から受け付けることなく、複数案作成して提示する例を示す。なお、本表示画面は、蓄電システム品種毎、電池品種毎、蓄電システム ID、電池 ID 毎に表示できる。本例では特定の蓄電システム ID の電池 ID の推定例を示す。図 20 において、特性および劣化変動分グラフ 1106 には、複数の稼動履歴の推定、推定された稼動履歴による特性(劣化変動分)の推定結果が表示される。特性については、種別表示部 1103 の電池について稼動履歴テーブル

109の特性列のデータのうち、測定値を示すケースNo.、列が0のデータを表示する。劣化変動分のグラフには、種別表示部1103の電池について診断結果テーブル111の該当する特性の劣化変動分を表示する。ここで、診断結果テーブル111のケースNo.、列が0のデータは、測定された稼動履歴に基づいて計算された事示すため、実線でプロットする。ケースNo.、列が0以外のデータは推定された稼動履歴に基づいて計算された事示すため、破線でプロットする。さらに推定の際に変更した変数と変更量を併記する。本例では電流の変更量を1.2または1.0として稼動履歴の推定を行った場合は、期待寿命までに使用限界に達するが、変更量を0.8または0.6として稼動履歴の推定を行った場合は、期待寿命まで使用限界には達せず、使用を継続できる事がわかる。

[0079] 以上の説明から、本発明による電池の異常予兆診断システムにより、事前の実験などにより電池電圧と温度に対する劣化定数を求めなくても、劣化が異常な早さで進む電池、早期に劣化が進んでしまう電池を、劣化により蓄電システムの異常が発生する前の予兆として検知し、さらに、劣化の度合いが想定よりも進んでいる場合に、期待する寿命まで使用を可能とする条件を導くことが可能となる。

[0080] 本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。また、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0081] 101…蓄電システム、102…電池、107…記憶部、108…システムマスタテーブル、109…稼動履歴テーブル、110…特性変動モデルテーブル、111…診断結果テーブル、112…処理部、119…表示部

請求の範囲

- [請求項1] 電池の状態を収集する通信部と、
前記電池の状態を記憶する稼動履歴記憶部と、
前記電池の状態から電池の劣化によって変化する特性を測定する特性測定部と、
前記特性と前記電池の状態の関係のモデルを作成する特性変動モデル作成部と、
前記モデルに基づいて計算される前記特性に関する推定値に基づいて電池の劣化を診断する劣化電池診断部と
を有することを特徴とする電池の劣化診断装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記電池の状態は、電流、電圧、SOC(State of Charge)、温度、湿度のうち少なくとも1つを含むことを特徴とする電池の劣化診断装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記特性は、内部抵抗または満充電容量を含むことを特徴とする電池の劣化診断装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記特性変動モデル作成部は、重回帰分析によって前記モデルを作成することを特徴とする電池の劣化診断装置。
- [請求項5] 請求項1に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記劣化電池診断部は、前記特性測定部から出力された特性の測定値と前記モデルによる特性の推定値を比較して、前記測定値と前記推定値の乖離が予め定めた基準値を超えたか否かで電池の異常を診断する異常劣化電池診断部であることを特徴とする電池の劣化診断装置。
- [請求項6] 請求項1に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記劣化電池診断部は、前記特性測定部から出力された特性の測定値を測定時の電池状態による測定時変動と測定までの劣化の影響による劣化変動に分け、前記特性測定部から出力された特性の測定値から前

記モデルによる測定時変動の推定値を除く劣化変動分が予め定めた基準値を超えたか否かで電池の異常の予兆を診断する早期劣化電池診断部であることを特徴とする電池の劣化診断装置。

[請求項7] 請求項1に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記特性変動モデル作成部および前記劣化電池診断部において、温度を対数関数により変換して、前記モデルの作成および劣化電池診断を行うことを特徴とする電池の劣化診断装置。

[請求項8] 請求項1に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記特性変動モデル作成部および前記劣化電池診断部において、電池の使用時間をべき乗の関数により変換して、前記モデルの作成および劣化電池診断を行うことを特徴とする電池の劣化診断装置。

[請求項9] 請求項1に記載の電池の劣化診断装置であって、
画面表示、メール、電話、FAXの何れかによりアラートを出すアラート発報部を有し、前記劣化電池診断部において、異常が発生した際に、前記アラート発報部を通じて発報することを特徴とする電池の劣化診断装置。

[請求項10] 電池の状態を収集し、
該電池の状態から電池の劣化によって変化する特性を測定し、
前記特性と前記電池の状態の関係のモデルを作成し、
前記モデルに基づいて計算される前記特性に関する推定値に基づいて電池の劣化を診断することを特徴とする電池の劣化診断方法。

[請求項11] 請求項10に記載の電池の劣化診断方法であって、
前記特性に関する推定値は前記モデルによる前記特性の推定値であり、
前記特性の測定値と前記特性の推定値を比較して、前記測定値と前記推定値の乖離が予め定めた基準値を超えたか否かで電池の異常を診断することを特徴とする電池の劣化診断方法。

[請求項12] 請求項10に記載の電池の劣化診断方法であって、

前記特性の測定値は測定時の電池状態による測定時変動と測定までの劣化の影響による劣化変動であり、
前記特性に関する推定値は前記モデルによる測定時変動の推定値であって、
前記特性の測定値から前記測定時変動の推定値を除く劣化変動分が予め定めた基準値を超えたか否かで電池の異常の予兆を診断することを特徴とする電池の劣化診断方法。

[請求項13] 蓄電システムと、通信網と、劣化診断装置からなる電池の劣化診断システムであって、
前記蓄電システムは、
1つまたは複数の電池と、
該電池に接続され該電池の状態の実測値を稼動履歴として収集するコントローラと、
収集した稼動履歴を前記通信網に送信する通信部を有し、
前記劣化診断装置は、
前記稼動履歴を前記通信網を介して収集する通信部と、
前記稼動履歴を記憶する稼動履歴記憶部と、
前記稼動履歴から電池の劣化によって変化する特性を測定する特性測定部と、
前記特性と前記稼動履歴の関係のモデルを作成する特性変動モデル作成部と、
前記モデルに基づいて計算される前記特性に関する推定値に基づいて電池の劣化を診断する劣化電池診断部と
を有することを特徴とする電池の劣化診断システム。

[請求項14] 請求項1に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記劣化電池診断部は、前記モデルに基づいて計算される前記特性に関する将来の推定値に基づいて電池の劣化を診断することを特徴とする電池の劣化診断装置。

- [請求項15] 請求項 1 4 に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記稼動履歴記憶部に記憶された電池の状態に基づいて、将来の電池の状態を推定する稼動履歴推定部と、
前記劣化電池診断部は、前記将来の電池の状態と、前記モデルに基づいて計算される前記特性に関する将来の推定値に基づいて電池の劣化を診断することを特徴とする電池の劣化診断装置。
- [請求項16] 請求項 1 4 に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記劣化電池診断部は、前記特性に関する将来の推定値が、予め定めた使用期間中に、予め定めた基準値を超えるか否かで電池の劣化を診断することを特徴とする電池の劣化診断装置。
- [請求項17] 請求項 1 5 に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記稼動履歴推定部は、前記稼動履歴記憶部に格納された過去の電池の状態を一定期間取得して、将来の電池の状態を、前記過去の電池の状態の繰り返しとして推定することを特徴とする電池の劣化診断装置。
- [請求項18] 請求項 1 5 に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記稼動履歴推定部は、前記稼動履歴記憶部に格納された過去の電池の状態を一定期間取得して、将来の電池の状態を、前記過去の電池の状態に一定の値を乗算または除算した値の繰り返しとして推定することを特徴とする電池の劣化診断装置。
- [請求項19] 請求項 1 8 に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記稼動履歴推定部は、前記一定の値について複数の候補を作成し、前記複数の候補毎に前記将来の電池の特性を推定することを特徴とする電池の劣化診断装置。
- [請求項20] 請求項 1 5 に記載の電池の劣化診断装置であって、
前記稼動履歴推定部は、前記稼動履歴記憶部に格納された過去の電池の状態を、複数の異なる電池について一定期間取得して、前記複数の異なる電池について取得した前記過去の電池の状態に基づいて、前記

将来の電池の状態を推定することを特徴とする電池の劣化診断装置。

[請求項21]

請求項10に記載の電池の劣化診断方法であって、

前記電池の状態に基づいて、将来の電池の状態を推定し、

前記将来の電池の状態と、前記モデルに基づいて計算される前記特性に関する将来の推定値に基づいて電池の劣化を診断することを特徴とする電池の劣化診断方法。

[請求項22]

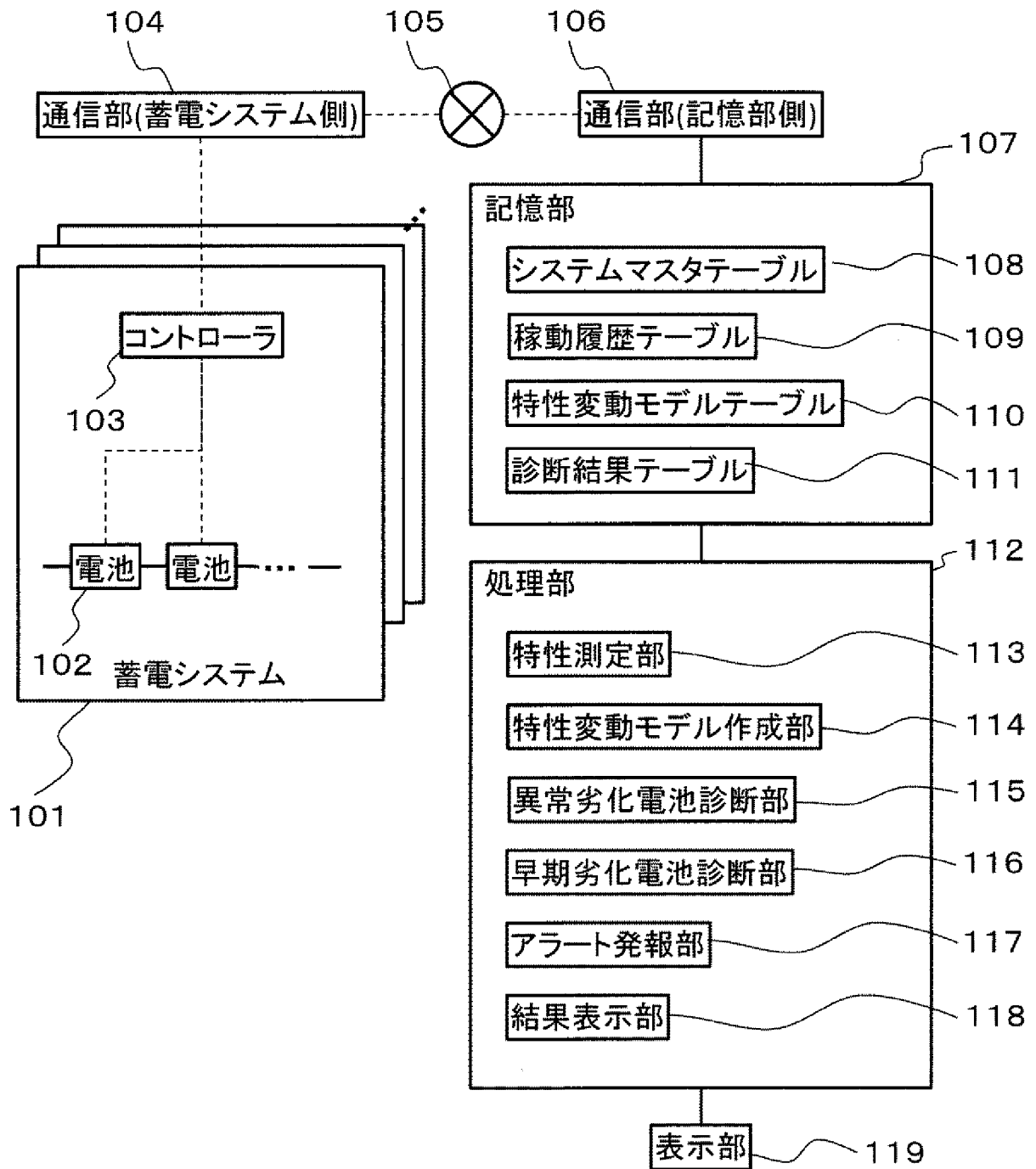
請求項13に記載の電池の劣化診断システムであって、

前記稼動履歴記憶部に記憶された電池の状態に基づいて、将来の電池の状態を推定する稼動履歴推定部と、

前記劣化電池診断部は、前記将来の電池の状態と、前記モデルに基づいて計算される前記特性に関する将来の推定値に基づいて電池の劣化を診断することを特徴とする電池の劣化診断システム。

[図1]

図 1



[図2]

図2

システムマスタテーブル

蓄電システムID	蓄電システム品種	電池品種
S0001	BS-1	C-2
S0002	BS-1	C-2
S0003	BS-2	C-3
⋮	⋮	⋮

[図3]

図3

稼動履歴テーブル

時刻	蓄電システムID	電池ID	電流	電圧	SOC	温度	湿度	内部抵抗	満充電容量
2015/1/1 1:00	S0001	1	100	5000	50	28	60	5	300
2015/1/1 1:01	S0001	1	50	4900	49	30	59	4	-
⋮	⋮	⋮	...	...	...	...	...	...	...
2016/1/1 1:00	S0001	1	-50	5050	51	27	61	7	280
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図4]

図4

特性変動モデルテーブル

蓄電システム品種	電池品種	特性	変数	制約条件	測定時変動/ 劣化変動	関数	係数	
BS-1	C-2	内部抵抗	初期値	> 0	-	-	5	
BS-1	C-2	内部抵抗	温度	< 0	測定時	log	-6	403
BS-1	C-2	内部抵抗	電圧	> 0	測定時	exp	-4	
BS-1	C-2	内部抵抗	sum(abs(電流))	> 0	劣化	-	2	401
BS-1	C-2	内部抵抗	時刻-init(時刻)	> 0	劣化	√	-0.5	402
⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	

[図5]

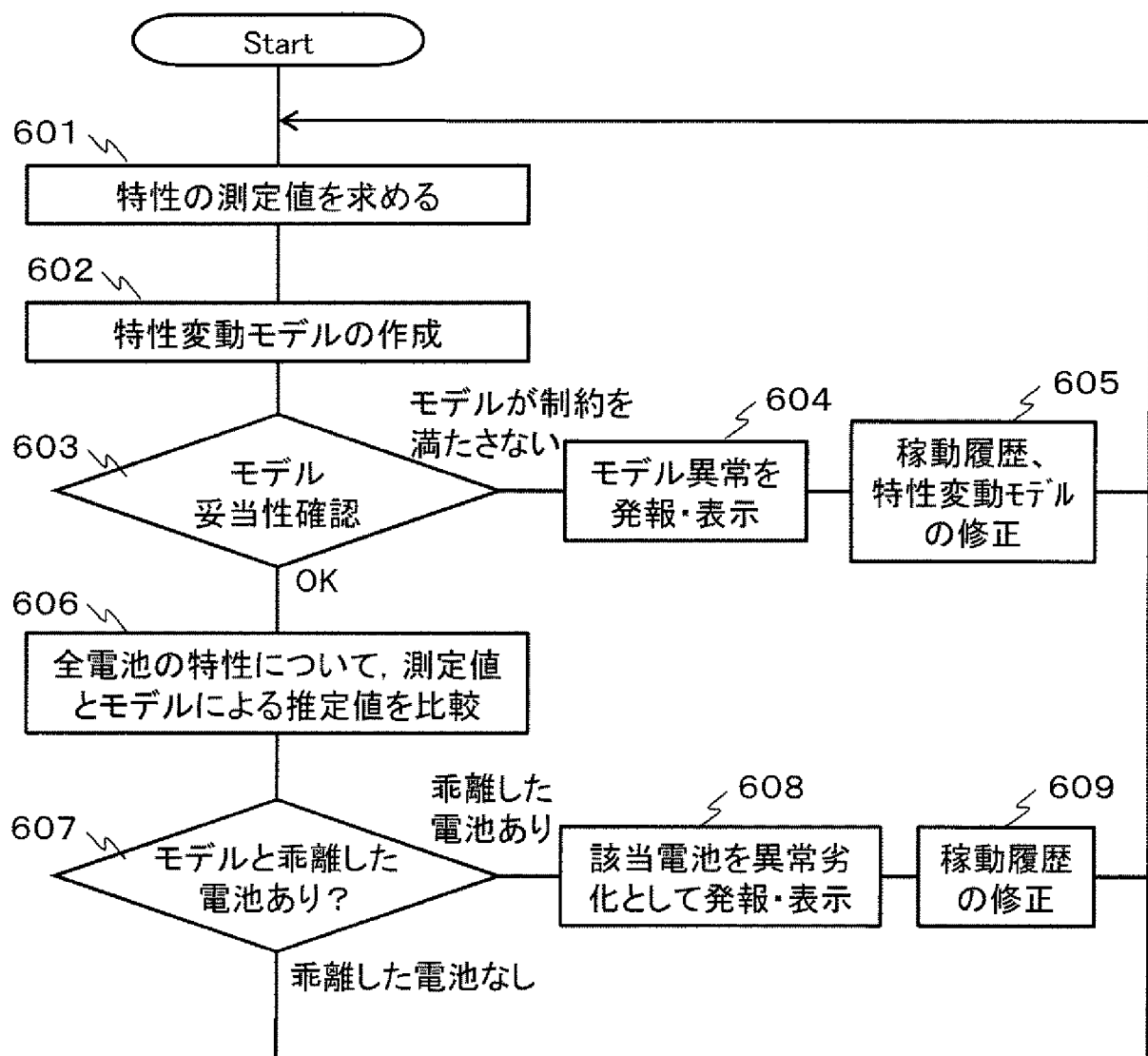
図5

診断結果テーブル

時刻	蓄電システム ID	電池 ID	内部抵抗 (残差)	内部抵抗 (劣化変動分)	満充電容量 (残差)	満充電容量 (劣化変動分)
2015/1/1 1:00	S0001	1	0.01	3	2	220
2015/1/1 1:01	S0001	1	0.02	3	1	220
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2016/1/1 1:00	S0001	1	0.01	5	3	180
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

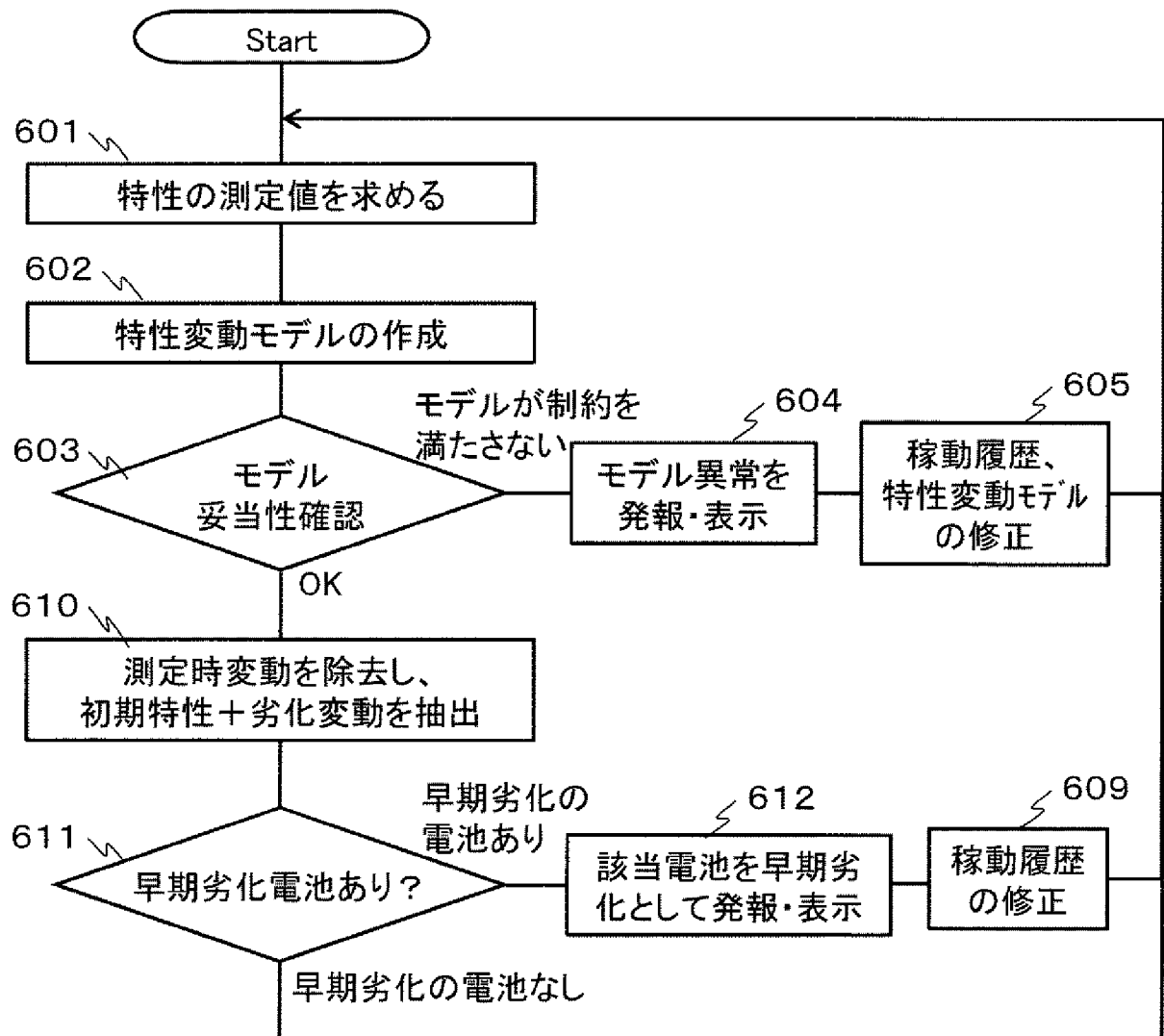
[図6]

図6



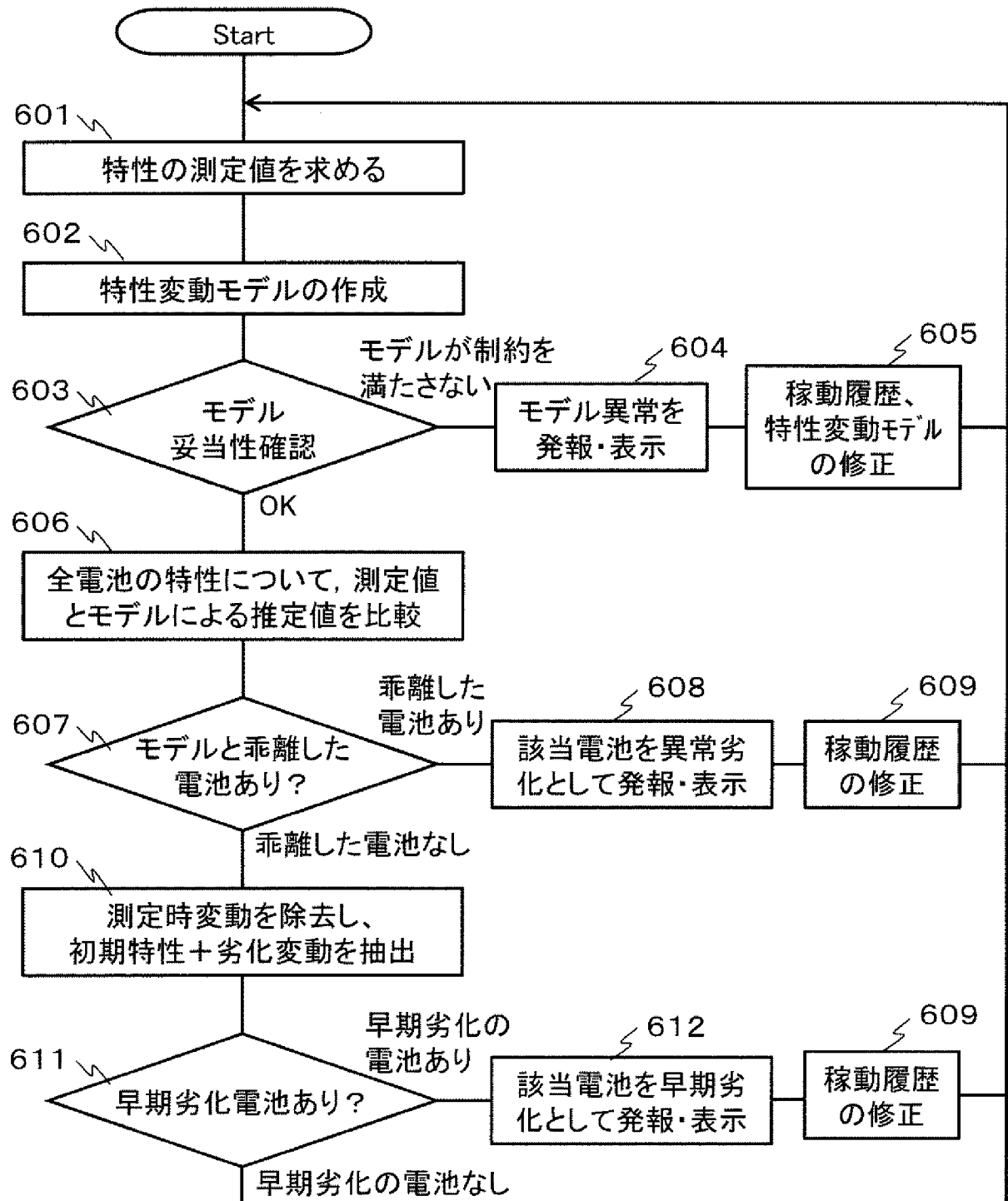
[図7]

図7



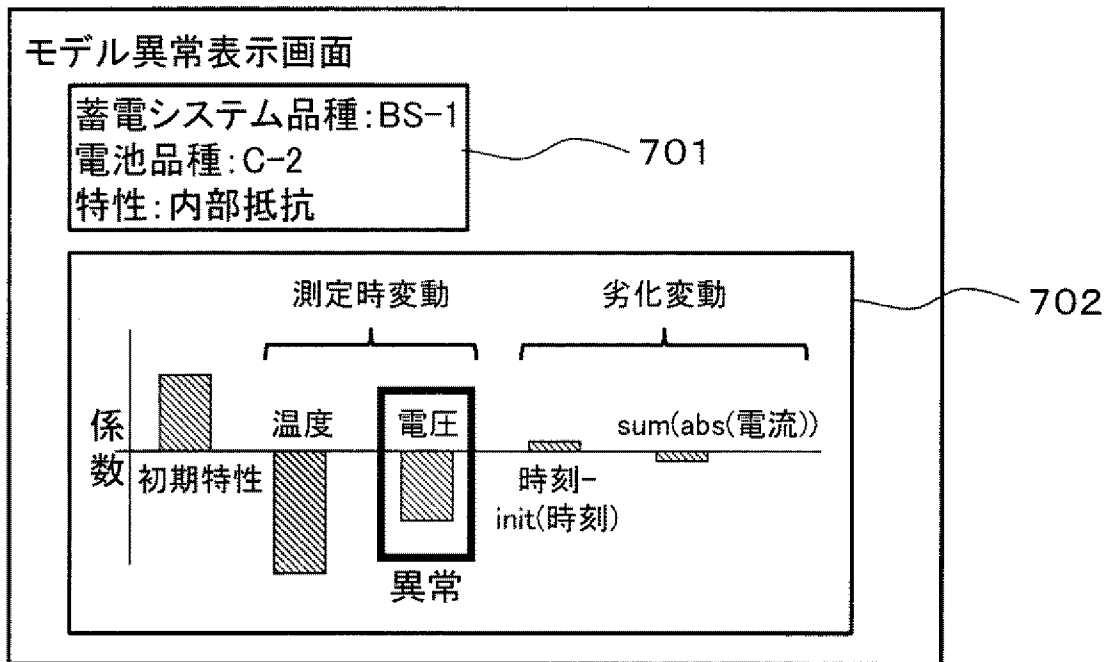
[図8]

図8



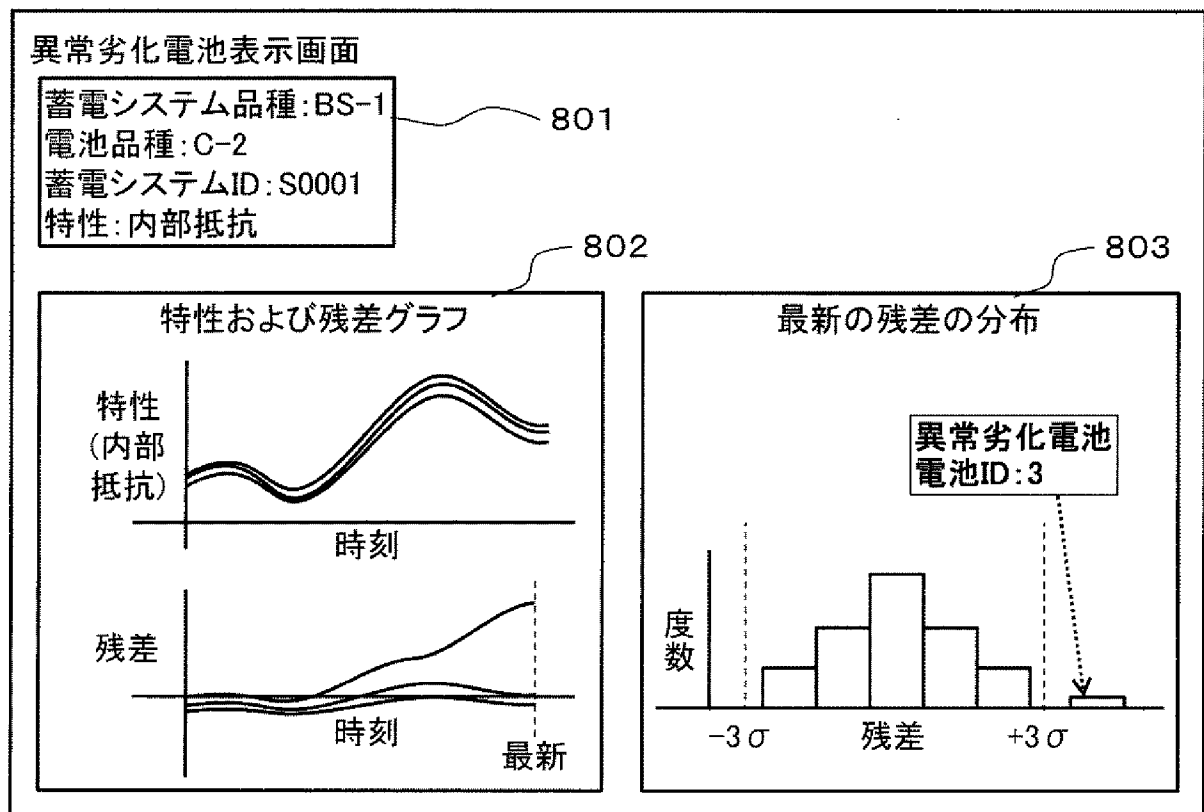
[図9]

図9



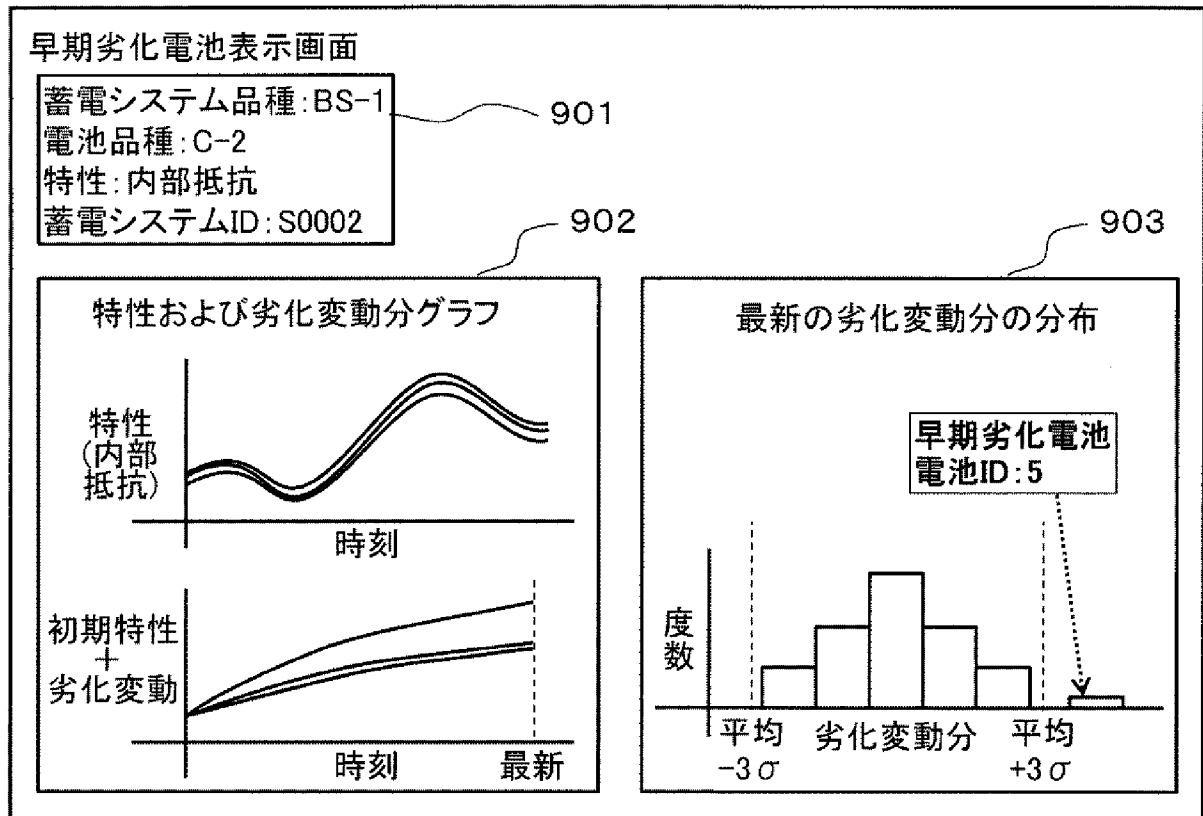
[図10]

図10



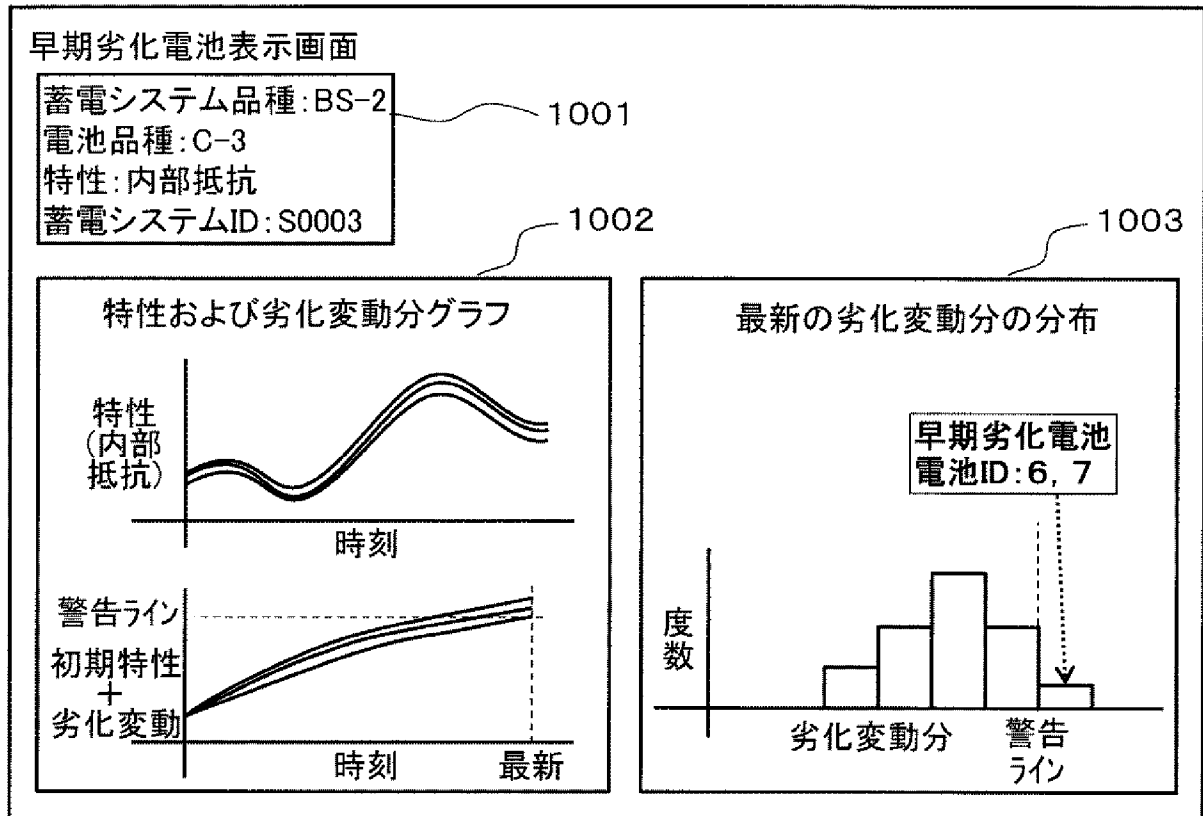
[図11]

図11



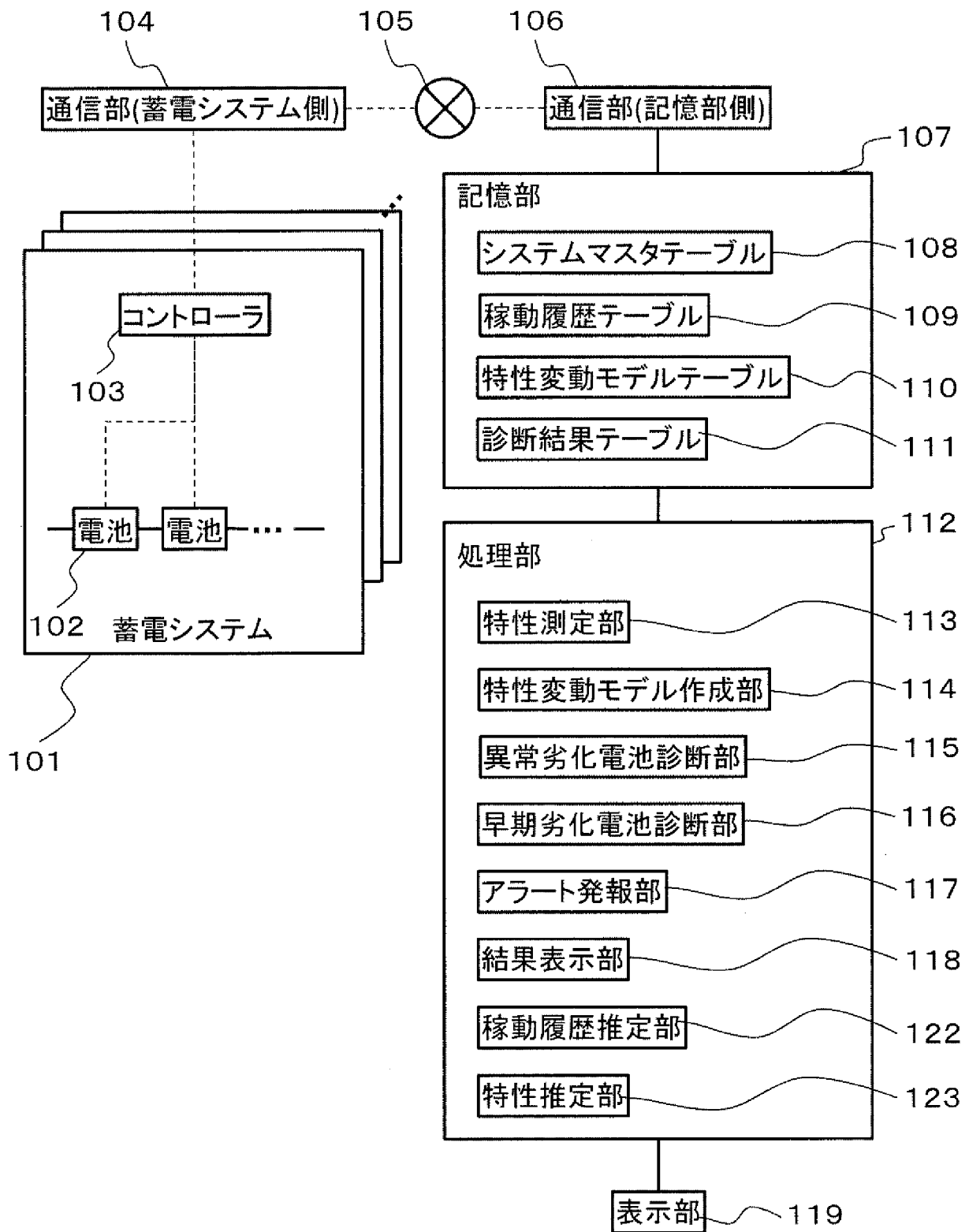
[図12]

図12



[図13]

図13



[図14]

図14

稼動履歴テーブル

時刻	蓄電システムID	電池ID	電流	電圧	SOC	温度	湿度	内部抵抗	満充電容量	ケースNo.
2015/1/1 1:00	S0001	1	100	5000	50	28	60	5	300	0
2015/1/1 1:01	S0001	1	50	4900	49	30	59	4	-	0
⋮	⋮	⋮	...	...	...	...	...	...	...	0
2016/1/1 1:00	S0001	1	-50	5050	51	27	61	7	280	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	0
2017/1/1 1:00	S0001	1	-50	5050	51	27	61	9	270	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	1

[図15]

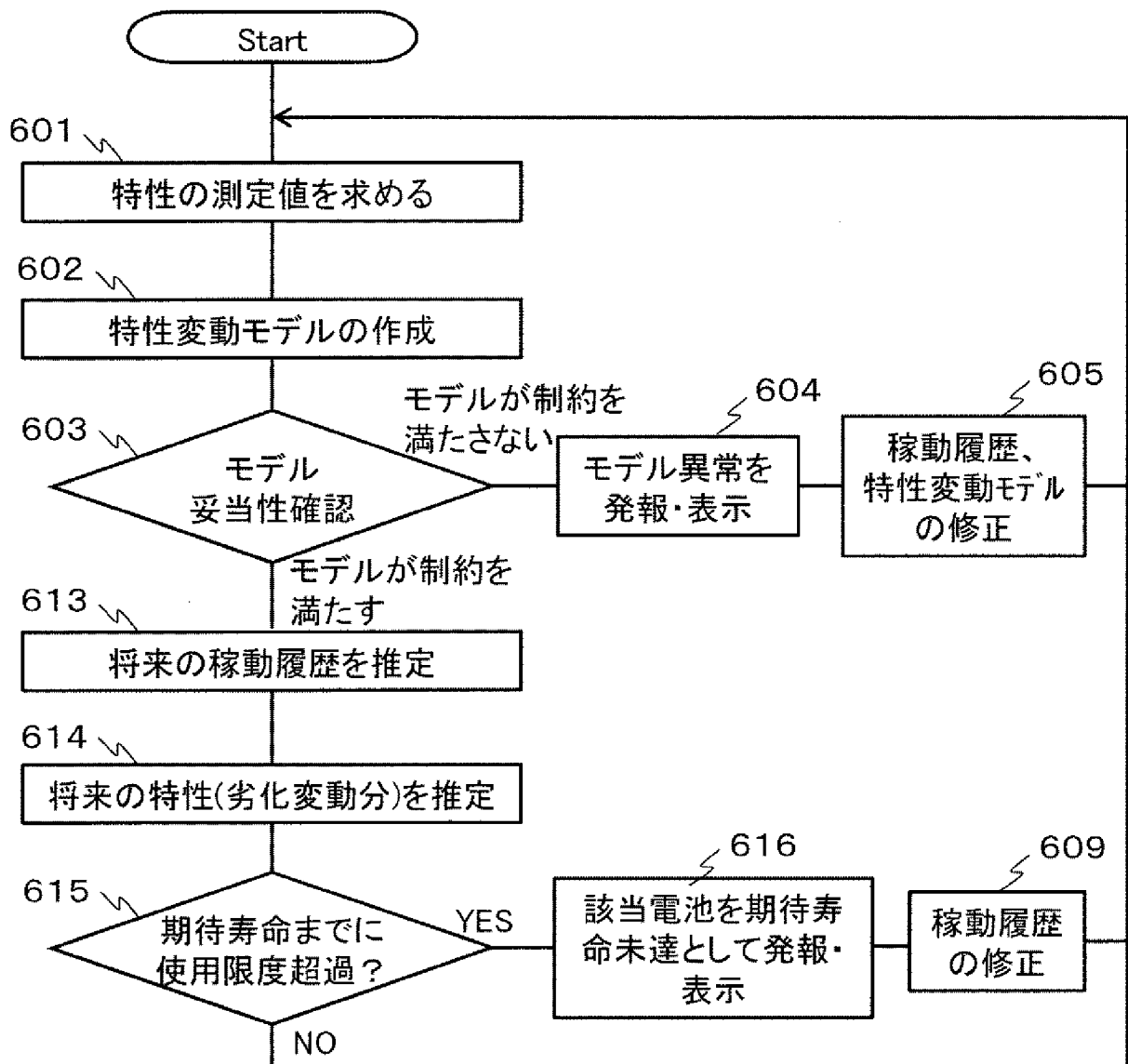
図15

診断結果テーブル

時刻	蓄電システムID	電池ID	内部抵抗 (残差)	内部抵抗 (劣化変動分)	満充電容量 (残差)	満充電容量 (劣化変動分)	ケースNo.
2015/1/1 1:00	S0001	1	0.01	3	2	220	0
2015/1/1 1:01	S0001	1	0.02	3	1	220	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	0
2016/1/1 1:00	S0001	1	0.01	5	3	180	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	0
2017/1/1 1:00	S0001	1		7		170	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	1

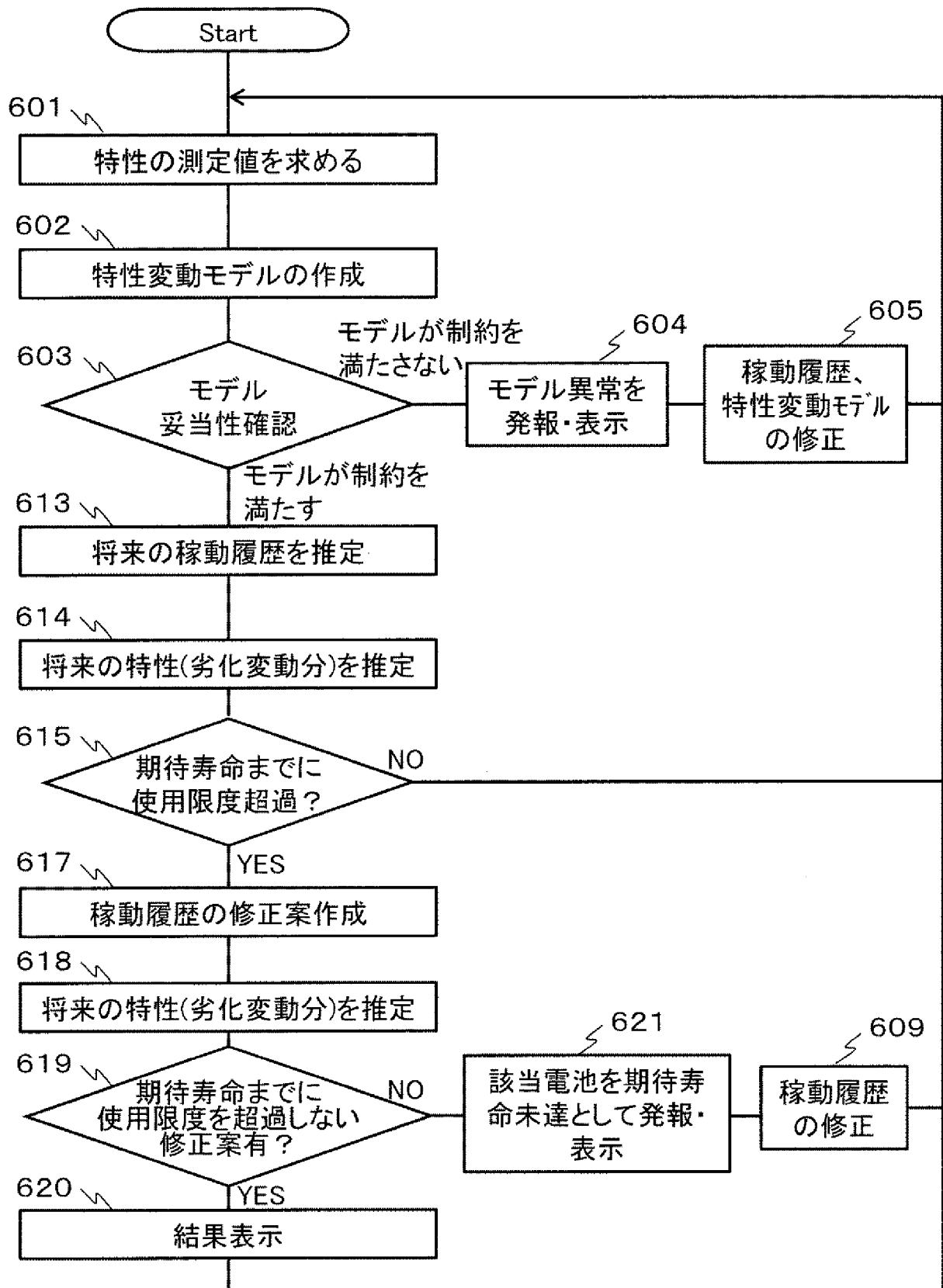
[図16]

図16



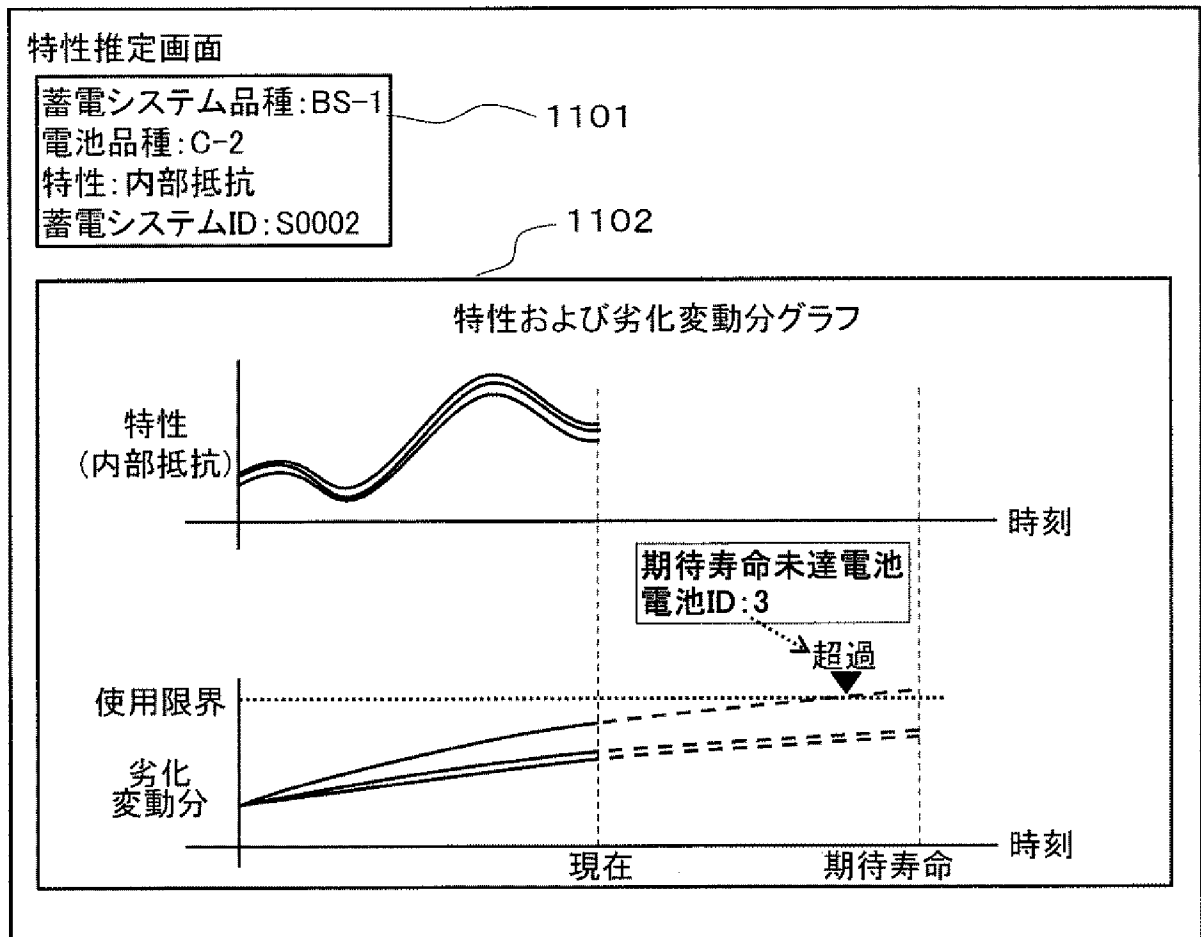
[図17]

図17



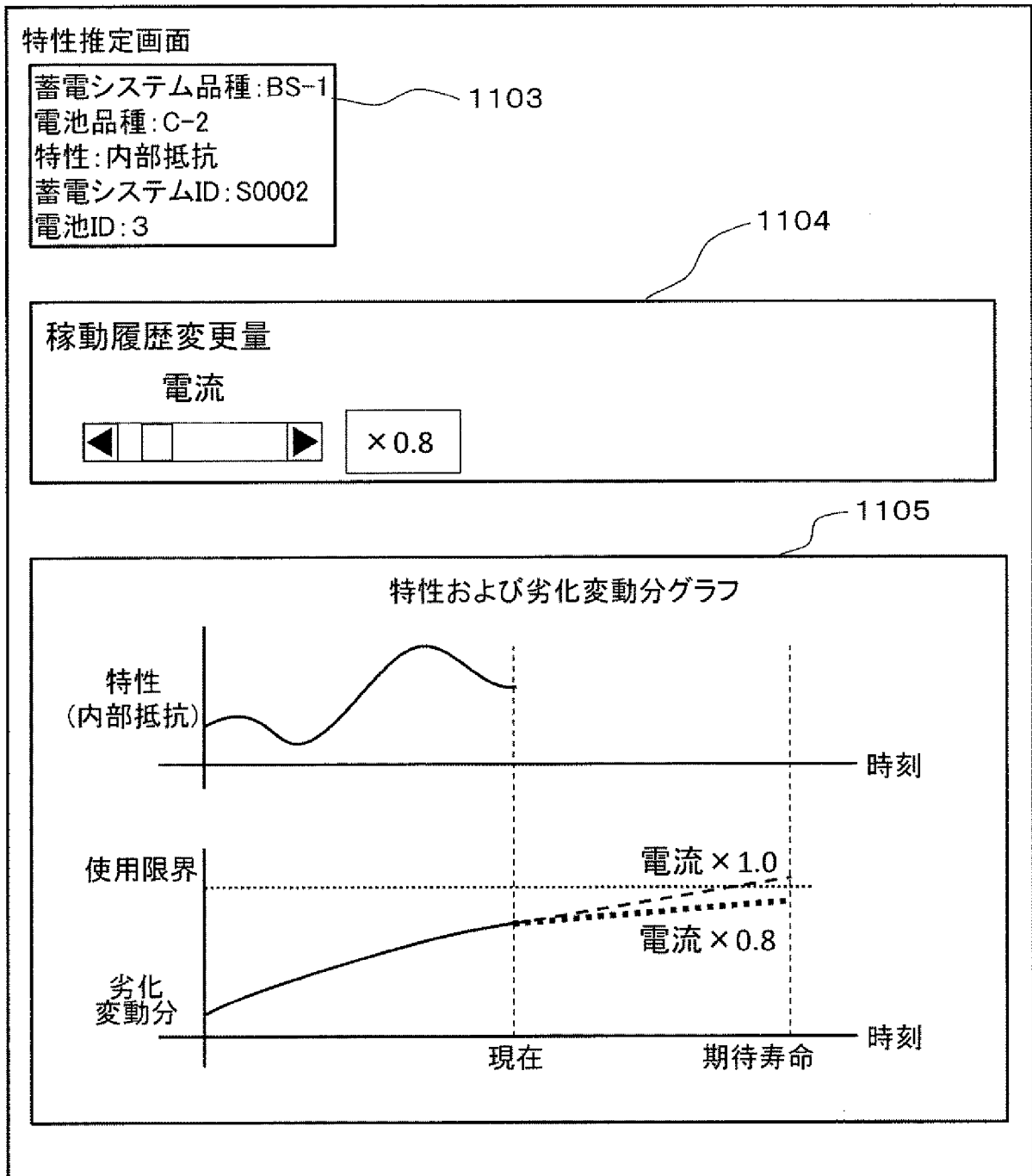
[図18]

図18



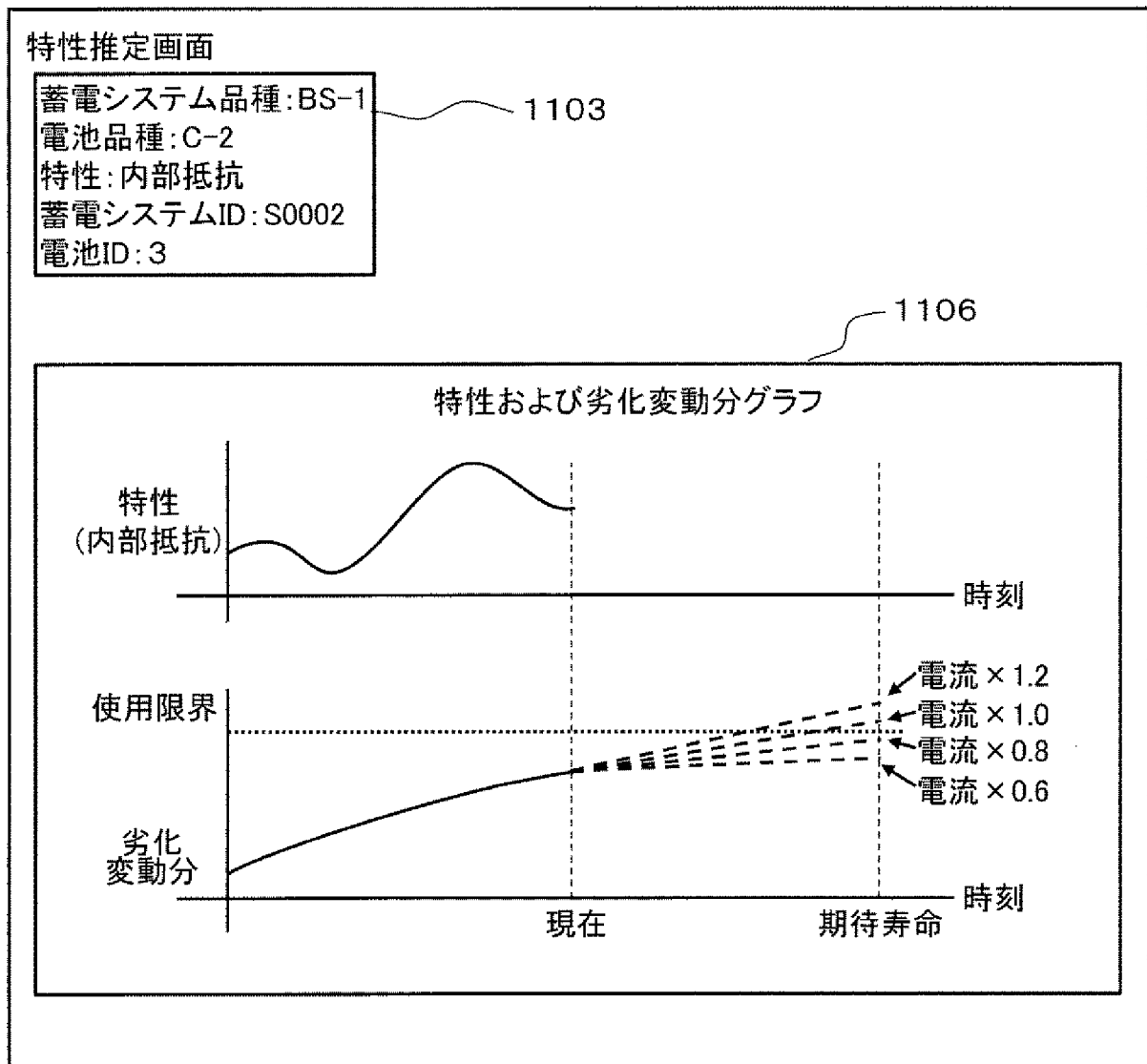
[図19]

図19



[図20]

図20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/075162

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R31/36, H01M10/48, H02J7/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/108102 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 12 September 2008 (12.09.2008), paragraphs [0051] to [0062]; fig. 10 to 13 & US 2010/0156356 A1 paragraphs [0061] to [0071]; fig. 10 to 13 & EP 2131440 A1 & KR 10-2009-0122470 A	1-22
A	JP 2013-253855 A (General Electric Co.), 19 December 2013 (19.12.2013), paragraphs [0017] to [0019], [0026], [0034] (Family: none)	1-22

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 November 2016 (16.11.16)

Date of mailing of the international search report
29 November 2016 (29.11.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/075162

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-257372 A (Hyundai Motor Co.), 22 December 2011 (22.12.2011), paragraphs [0033] to [0037]; fig. 3 & US 2011/0301891 A1 paragraphs [0041] to [0045]; fig. 3 & DE 102010043388 A1 & KR 10-2011-0134019 A & CN 102280668 A	1-22
A	JP 2012-68075 A (Hitachi, Ltd.), 05 April 2012 (05.04.2012), paragraph [0039] (Family: none)	1-22

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

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

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

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

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2008/108102 A1 (松下電器産業株式会社) 2008.09.12, 段落0051-0062, 図10-13 & US 2010/0156356 A1, [0061]-[0071], FIG.10-FIG.13 & EP 2131440 A1 & KR 10-2009-0122470 A	1-22
A	JP 2013-253855 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2013.12.19, 段落0017-0019, 0026, 0034 (ファミリーなし)	1-22

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.11.2016

国際調査報告の発送日

29.11.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

菅藤 政明

2S

9305

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-257372 A (現代自動車株式会社) 2011. 12. 22, 段落 0 0 3 3 - 0 0 3 7, 図 3 & US 2011/0301891 A1, [0041]-[0045], FIG. 3 & DE 102010043388 A1 & KR 10-2011-0134019 A & CN 102280668 A	1-22
A	JP 2012-68075 A (株式会社日立製作所) 2012. 04. 05, 段落 0 0 3 9 (ファミリーなし)	1-22