

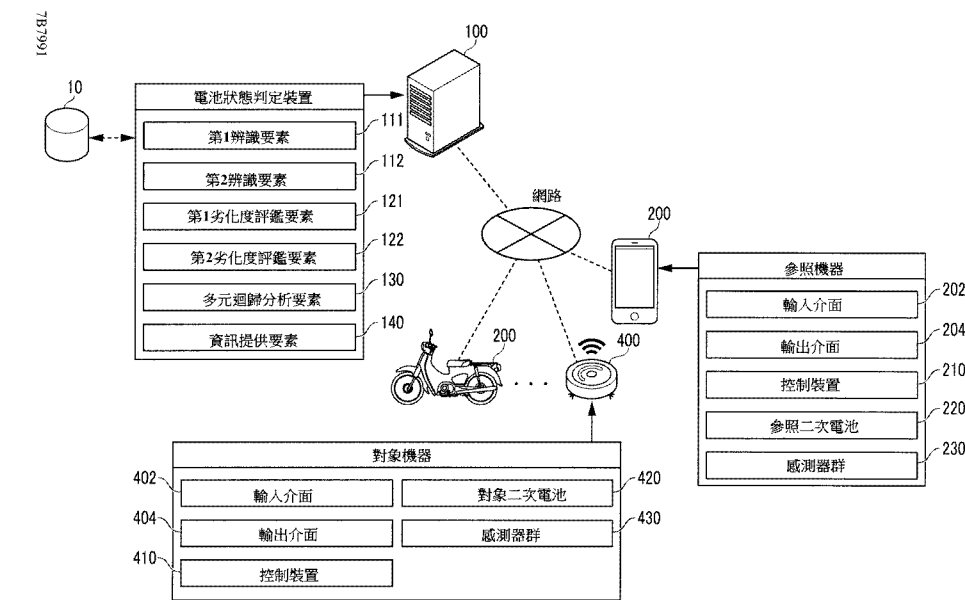


(21)申請案號：111108812 (22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 03 月 10 日
(51)Int. Cl. : G01R31/367 (2019.01) G01R31/371 (2019.01)
G01R31/392 (2019.01)
(30)優先權：2021/05/19 日本 2021-084826
(71)申請人：日商東洋體系股份有限公司 (日本) TOYO SYSTEM CO., LTD. (JP)
日本
(72)發明人：宗像一郎 MUNAKATA, ICHIRO (JP) ；猪狩俊太郎 IGARI, SHUNTARO (JP) ；丹野諭 TANNO, SATOSHI (JP) ；庄司秀樹 SHOJI, HIDEKI (JP)
(74)代理人：林志剛
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：7 共 31 頁

(54)名稱
電池狀態判定方法及電池狀態判定裝置

(57)摘要
提供可藉由將二次電池的劣化度設為目標變數之迴歸分析處理的執行，謀求二次電池的劣化度之評鑑精度的提升的裝置等。將界定依據參照二次電池(220)的複數阻抗Z的實際測量結果之二次電池模型的複數模型參數的各值設為解釋變數，將遵循該二次電池模型而評鑑之劣化度D(q₁)設為目的變數，執行多元迴歸分析。然後，遵循作為該多元迴歸分析的結果所得之多元迴歸式，評鑑對象二次電池(420)的劣化度D(q₂)。

指定代表圖：



【圖 1】

符號簡單說明：
10:資料庫
100:電池狀態判定裝置
111:第 1 辨識要素
112:第 2 辨識要素
121:第 1 劣化度評鑑要素
122:第 2 劣化度評鑑要素
130:多元迴歸分析要素
140:資訊提供要素
200:參照機器
202:輸入介面
204:輸出介面
210:控制裝置

- 220:參照二次電池
- 230:感測器群
- 400:對象機器
- 402:輸入介面
- 404:輸出介面
- 410:控制裝置
- 420:對象二次電池
- 430:感測器群

【發明摘要】

【中文發明名稱】

電池狀態判定方法及電池狀態判定裝置

【中文】

提供可藉由將二次電池的劣化度設為目標變數之迴歸分析處理的執行，謀求二次電池的劣化度之評鑑精度的提升的裝置等。將界定依據參照二次電池(220)的複數阻抗 Z 的實際測量結果之二次電池模型的複數模型參數的各值設為解釋變數，將遵循該二次電池模型而評鑑之劣化度 $D(q_1)$ 設為目的變數，執行多元迴歸分析。然後，遵循作為該多元迴歸分析的結果所得之多元迴歸式，評鑑對象二次電池(420)的劣化度 $D(q_2)$ 。

【指定代表圖】圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

10:資料庫

100:電池狀態判定裝置

111:第 1 辨識要素

112:第 2 辨識要素

121:第 1 劣化度評鑑要素

122:第 2 劣化度評鑑要素

130:多元迴歸分析要素

140:資訊提供要素

200:參照機器

202:輸入介面

204:輸出介面

210:控制裝置

220:參照二次電池

230:感測器群

400:對象機器

402:輸入介面

404:輸出介面

410:控制裝置

420:對象二次電池

430:感測器群

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

電池狀態判定方法及電池狀態判定裝置

【技術領域】

【0001】本發明係關於評鑑鋰離子電池等之二次電池的劣化度的技術。

【先前技術】

【0002】先前提案有用以推估對裝置供電之可再充電電池的劣化狀態的方法(例如參照專利文獻1)。對於給定的電池之現在的模型根據電壓測定值使用迴歸分析構築。例如藉由使電壓測定值符合於指數函數，使用指數函數而對電壓測定值進行過濾去除，藉由移動平均來平滑化被過濾的電壓測定值，構築對於給定的電池之現在的模型。該現在的模型藉由與指紋的組合進行比較，推估電池的劣化狀態。指紋係為了對於電池之定量化的劣化狀態推估，連結於對於電池的鬆弛電壓之給定的預先確定的模型。藉由給定的預先確定的模型，記述涵蓋電池停止之間的時間中被固定的期間之2以上的點之電池的鬆弛電壓。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本特表2020-520641號公報

【發明內容】**[發明所欲解決之課題]**

【0004】 本發明的目的係提供可藉由將二次電池的劣化度設為目標變數之迴歸分析處理的執行，謀求二次電池的劣化度之評鑑精度的提升的裝置等。

[用以解決課題之手段]

【0005】 本發明的電池狀態判定裝置，係具備：

第1辨識要素，係將以相同規格製造之複數參照二次電池的各劣化度，與界定用以表現前述複數參照二次電池之各內部電阻特性的二次電池模型之複數模型參數的各值建立關聯而進行辨識；

多元迴歸分析要素，係依據藉由前述第1辨識要素建立關聯而辨識之前述複數參照二次電池的各劣化度及前述複數模型參數的各值，藉由執行將前述複數參照二次電池的各劣化度設為目的變數，將前述複數模型參數設為解釋變數的多元迴歸分析，來界定多元迴歸式；

第2辨識要素，係辨識依據以與前述複數參照二次電池分別相同的規格製造之對象二次電池的阻抗的實際測量結果之前述複數模型參數的各值；及

電池劣化度評鑑要素，係依據藉由前述第2辨識要素辨識之前述複數模型參數的各值，遵循藉由前述多元迴歸分析要素所界定之前述多元迴歸式，評鑑前述對象二次電

池的劣化度。

【圖式簡單說明】

【0006】

[圖1]關於作為本發明的一實施形態的電池狀態判定裝置的構造的說明圖。

[圖2]揭示二次電池的電池狀態判定方法之程序的流程圖。

[圖3]關於二次電池之複數阻抗的測定系統的說明圖。

[圖4]關於二次電池之奈奎斯特圖(Nyquist plot)的說明圖。

[圖5A]二次電池的內部電阻之等效電路的第1例示說明圖。

[圖5B]二次電池的內部電阻之等效電路的第2例示說明圖。

[圖6A]表示IIR系統的轉移函數的圖表。

[圖6B]表示FIR系統的轉移函數的圖表。

[圖7A]關於脈衝電流的說明圖。

[圖7B]關於二次電池及二次電池模型的電壓回應特性的說明圖。

【實施方式】

(電池狀態判定裝置的構造)

【0007】作為圖1所示之本發明的一實施形態的電池狀態判定裝置100係藉由與資料庫10、參照機器200及對象機器400各別可透過網路通訊的一或複數伺服器所構成。電池狀態判定裝置100係依據參照機器200作為電源之參照二次電池220的劣化度的評鑑結果，評鑑對象機器400作為電源所搭載之對象二次電池420的劣化度。

【0008】電池狀態判定裝置100係具備第1辨識要素111、第2辨識要素112、第1劣化度評鑑要素121、第2劣化度評鑑要素122、多元迴歸分析要素130、資訊提供要素140。第1辨識要素111、第2辨識要素112、第1劣化度評鑑要素121、第2劣化度評鑑要素122、多元迴歸分析要素130及資訊提供要素140係分別藉由記憶保持程式(軟體)及資料的記憶裝置(RAM、ROM、EEPROM等的記憶體、SSD、HDD等)、及從該記憶裝置讀取必要的程式及/或資料之後，執行所定運算處理的運算處理裝置(單核心處理器、多核心處理器、CPU等)及I/O電路等所構成。

【0009】於記憶裝置，除了對於脈衝電流之二次電池220的電壓回應特性的實際測量結果等各種資料之外，記憶保持程式(軟體)。例如，用以識別二次電池220或搭載其之參照機器200的種類(藉由規格及技術規範來特定)的複數識別子，與複數二次電池模型分別建立對應而被記憶體記憶保持。藉由處理器從記憶體讀取必要的程式及資料，依據該資料，執行遵照該程式的運算處理，以執行被分派至各要素111、112、121、122、130及140的後述之運

算處理或作業。

【0010】參照機器200係具備輸入介面202、輸出介面204、控制裝置210、參照二次電池220、感測器群230。參照機器200係包含電腦、手機(智慧型手機)、家電產品或電動自行車等的移動體等，將參照二次電池220作為電源的所有機器。

【0011】控制裝置210係藉由處理器(運算處理裝置)、記憶體(記憶裝置)及I/O電路等所構成。於該記憶體或不同於其之另一個記憶裝置，記憶保持參照二次電池220的電壓回應特性的實際測量結果等的各種資料。控制裝置210係因應從參照二次電池220的供給電力而運作，於通電狀態中控制參照機器200的動作。於參照機器200的動作，包含構成該參照機器200的致動器(電動式致動器等)的動作。構成控制裝置210的處理器從記憶體讀取必要的程式及資料，依據該資料，執行遵照該程式所分派的運算處理。

【0012】參照二次電池220係例如鋰離子電池，作為鎳・鎘電池等之其他二次電池亦可。感測器群230係除了參照二次電池220的電壓回應特性及溫度之外，測定參照機器200的控制所需之模型參數之值。感測器群230係例如藉由輸出因應參照二次電池220的電壓、電流及溫度各別之訊號的電壓感測器、電流感測器及溫度感測器所構成。

【0013】對象機器400係具備輸入介面402、輸出介面404、控制裝置410、對象二次電池420、感測器群430。對

象機器400係包含電腦、手機(智慧型手機)、家電產品或電動自行車等的移動體等，將對象二次電池420作為電源的所有機器。

【0014】控制裝置410係藉由處理器(運算處理裝置)、記憶體(記憶裝置)及I/O電路等所構成。於該記憶體或不同於其之另一個記憶裝置，記憶保持對象二次電池420的電壓回應特性的實際測量結果等的各種資料。控制裝置410係因應從對象二次電池420的供給電力而運作，於通電狀態中控制對象機器400的動作。於對象機器400的動作，包含構成該對象機器400的致動器(電動式致動器等)的動作。構成控制裝置410的處理器從記憶體讀取必要的程式及資料，依據該資料，執行遵照該程式所分派的運算處理。

【0015】對象二次電池420係例如鋰離子電池，作為鎳・鎘電池等之其他二次電池亦可。感測器群430係除了對象二次電池420的電壓回應特性及溫度之外，測定對象機器400的控制所需之模型參數之值。感測器群430係例如藉由輸出因應對象二次電池420的電壓、電流及溫度個別之訊號的電壓感測器、電流感測器及溫度感測器所構成。

【0016】電池狀態判定裝置100係搭載於參照機器200及/或對象機器400亦可。此時，藉由軟體伺服器(省略圖示)對於參照機器200及/或對象機器400所具備之構成控制裝置210及/或410的運算處理裝置，發送劣化判定用軟體。藉此，賦予該運算處理裝置作為電池狀態判定裝置

100的功能亦可。

【0017】

(電池狀態判定方法)

於後說明藉由前述構造的電池狀態判定裝置100所執行之對象二次電池420的電池狀態的判定方法。

【0018】

(複數阻抗的實際測量結果的辨識)

於電池狀態判定裝置100中，藉由第1辨識要素111，辨識各種種類的參照二次電池220的複數阻抗 Z 的實際測量結果(圖2/STEP110)。各要素「辨識」資訊係代表接收資訊、從資料庫10等的資訊源檢索或讀取資訊、依據其他資訊來估算、推估、鑑別、預測資訊等，執行準備必要的資訊之所有運算處理等。參照二次電池220的複數阻抗 Z 係藉由交流阻抗法測定，該實際測量結果係與用以識別參照二次電池220的種類的識別子建立關聯，並登記於資料庫10。

【0019】依據交流阻抗法，如圖3所示，使用頻率響應分析裝置(FRA)212及恆電位/恆電流儀(PGS)232的組合。從構成FRA212的振盪器輸出任意頻率的正弦波訊號，因應該正弦波訊號之參照二次電池220的電流訊號 $I(t)$ 及電壓訊號 $V(t)$ 從PGS232輸入至FRA212。然後，於FRA212中，電流訊號 $I(t)$ 及電壓訊號 $V(t)$ 藉由離散傅立葉頻率轉換，轉換成頻率區域的資料，測定頻率 $f=(\omega/2\pi)$ 之複數阻抗 Z 。

【0020】例如測定參照二次電池220的出貨前等，未搭載於參照機器200的狀態之參照二次電池220的複數阻抗 Z 。此外，測定搭載於參照機器200的狀態之作為參照二次電池220的參照二次電池220的複數阻抗 Z 亦可。此時，藉由控制裝置210構成FRA212，感測器群230藉由PGS構成亦可。例如，參照機器200為了參照二次電池220的充電而連接於商用電源等的電源，可藉由從該電源供給的電力，輸出正弦波訊號。

【0021】於圖4，表示參照二次電池220的複數阻抗 Z 之實際測量結果的奈奎斯特圖之一例與該圖的近似曲線一起揭示。橫軸係複數阻抗 Z 的實部 $\text{Re}Z$ ，縱軸係複數阻抗 Z 的虛部 $-\text{Im}Z$ 。於 $-\text{Im}Z>0$ 的區域中表示 $\text{Re}Z$ 越大越低頻的複數阻抗 Z 。 $-\text{Im}Z=0$ 的 $\text{Re}Z$ 之值係相當於參照二次電池220的電解液中的轉移電阻。 $-\text{Im}Z>0$ 的區域之大略半圓形狀的部分的曲率半徑，係相當於參照二次電池220的電荷轉移電阻。該曲率半徑有參照二次電池220的溫度 Θ 越高則越小的傾向。於 $-\text{Im}Z>0$ 的區域的低頻區域中大約 45° 上升之直線狀的部分，反映參照二次電池220的華堡阻抗的影響。

【0022】

(界定二次電池模型的模型參數的鑑別)

於電池狀態判定裝置100中，藉由第1辨識要素111，依據參照二次電池220的複數阻抗 Z 的實際測量結果，鑑別二次電池模型之複數模型參數的各值(圖2/STEP112)。

【0023】二次電池模型係表示在電流 $I(t)$ 被輸入至參

照二次電池220時從該參照二次電池220輸出之電壓 $V(t)$ 的模型。參照二次電池220的電壓 $V(t)$ 係使用開路電壓 OCV 及內部電阻的轉移函數 $H(t)$ ，藉由關係式(01)界定。

【0024】

$$V(t) = OCV(t) + H(t) \cdot I(t) \quad \cdots (01)。$$

【0025】 在此， $OCV(t)$ 係表示伴隨電流 $I(t)$ 的充電及/或放電，開路電壓增減一事。

【0026】 參照二次電池220的內部電阻之等效電路模型的轉移函數 $H(z)$ 係藉由關係式(02)界定。

【0027】

$$H(t) = H_L(t) + H_w(t) + \sum_{i=1-m} H_i(t) + H_0(t) \quad \cdots (02)。$$

【0028】 「 $H_0(t)$ 」、「 $H_i(t)$ 」、「 $H_w(t)$ 」及「 $H_L(t)$ 」係藉由表示二次電池的內部電阻之特性的模型參數來界定。

【0029】 於圖5A，揭示參照二次電池220的內部電阻之等效電路的一例。在此例中，內部電阻的等效電路係藉由相當於電解液中的移動電阻的電阻 R_0 、相當於電荷轉移電阻的電阻 R_i 及電容器 C_i 所成的第 i RC並聯電路($i=1、2、\dots、m$)、相當於華堡阻抗的電阻 W_0 、以及線圈 L 的串聯電路來界定。串聯連接之RC並聯電路的數量係在圖5A所示之實施例中為「3」，但是，小於3亦可，大於3亦可。電阻 W_0 係於至少1個RC並聯電路中與電阻 R 串聯連接亦可。電容器 C 置換成CPE(Constant Phase Element)亦可。如圖5B所示，華堡阻抗 W 至少與1個RC並聯電路(在圖5B

的範例中為第1RC並聯電路)的電阻R串聯連接亦可。

【0030】電阻 R_0 的轉移函數 $H_0(z)$ 係藉由關係式(10)界定。

【0031】

$$H_0(z) = R_0 \cdots (10)。$$

【0032】第iRC並聯電路的轉移函數 $H_i(z)$ 係作為IIR(Infinite Impulse Response)系統(無限脈衝響應系統)的轉移函數，藉由關係式(11)界定。於圖6A揭示表示第iRC並聯電路的轉移函數 $H_i(z)$ 的區塊圖表。

【0033】

$$H_i(z) = (b_{i0} + b_{i1}z^{-1}) / (1 + a_{i1}z^{-1}) \cdots (11)。$$

【0034】相當於華堡阻抗的電阻 W_0 的轉移函數 $H_w(z)$ 係作為FIR(Finite Impulse Response)系統(有限脈衝響應系統)的轉移函數，藉由關係式(12)界定。於圖6B揭示表示相當於華堡阻抗的電阻 W_0 的轉移函數 $H_w(z)$ 的區塊圖表。

【0035】

$$H_w(z) = \sum_{k=0-n} h_k z^{-k} \cdots (12)。$$

【0036】線圈L的轉移函數 $H_L(z)$ 係藉由關係式(13)界定。

【0037】

$$H_L(z) = (2L_0/T) (1 - z^{-1}) / (1 + z^{-1}) \cdots (13)。$$

【0038】圖4中以實線所示之藉由奈奎斯特圖所表示之參照二次電池220的複數阻抗Z的近似曲線，係遵循關係式(02)，界定參照二次電池220的內部電阻之等效電路模

型的轉移函數 $H(z)$ 的假設下求出。藉此，求出複數模型參數 R_0 、 a_{i1} 、 b_{i0} 、 b_{i1} 、 h_k 、 L_0 及 T 之值(參照關係式(11)、(12)及(13))。藉由開路電壓OCV的測定值，鑑別二次電池模型之開路電壓OCV之值(參照關係式(01))。然後，藉由該複數模型參數之各值，二次電池模型針對各式各樣種類的參照二次電池220確立。

【0039】

(參照二次電池的劣化度評鑑)

於參照機器200中，藉由通電狀態的控制裝置210判定是否滿足第1條件(圖2/STEP210)。作為「第1條件」係採用參照機器200中透過輸入介面202有指定操作一事、參照機器200為了參照二次電池220的充電而連接於外部電源一事等的條件。

【0040】在判定為未滿足第1條件時(圖2/STEP210..NO)，則再次執行第1條件的充足性判定處理(圖2/STEP210)。第1條件的充足性判定處理(圖2/STEP210)省略亦可。

【0041】在判定為滿足第1條件時(圖2/STEP210..YES)，如圖7A所示之脈衝電流 $I(t)$ 對於參照二次電池220輸入(圖2/STEP212)。脈衝電流 $I(t)$ 的波形訊號係作為藉由電池狀態判定裝置100及參照機器200的相互通訊，利用第2辨識要素112指定者亦可。例如，藉由來自連接參照機器200的外部電源的供給電力，驅動搭載於參照機器200的脈衝電流產生器。藉此，於該脈衝電流產生器中所產生的脈

衝電流 $I(t)$ 對於參照二次電池 220 輸入。用以產生脈衝電流的輔助電源搭載於參照機器 200 亦可。

【0042】依據感測器群 230 的輸出訊號，藉由控制裝置 200，測定參照二次電池 220 的電壓回應特性 $V(t)$ 及溫度 Θ (圖 2/STEP214)。藉此，測定例如圖 7B 中實線所示般變化的參照二次電池 220 的電壓回應特性 $V(t)$ 。

【0043】接下來，藉由控制裝置 210 判定是否滿足第 2 條件 (圖 2/STEP216)。作為「第 2 條件」係採用取得足夠用於為了特定電壓回應特性 $V(t)$ 的波形訊號一事、從最後判定為滿足第 1 條件的第 1 時間點到達經過了所定時間的第 2 時間點一事、特定參照機器 200 中透過輸入介面 202 有參照二次電池 220 的電池劣化度評鑑的要求一事等的條件。

【0044】在判定為未滿足第 2 條件時 (圖 2/STEP216.. NO)，則再次執行第 1 條件的充足性判定處理 (圖 2/STEP210)。第 2 條件的充足性判定處理 (圖 2/STEP216) 省略亦可。

【0045】在判定為滿足第 2 條件時 (圖 2/STEP216.. YES)，參照二次電池 220 的電壓回應特性 $V(t)$ 及溫度 Θ 的實際測量結果，藉由構成參照輸出介面 202 的發送裝置，從參照機器 200 發送至電池狀態判定裝置 100 (圖 2/STEP220)。此時，用以識別參照二次電池 220 的種類 (規格、規範) 的識別子 ID 也從參照機器 200 發送至電池狀態判定裝置 100。又，用以特定測定電壓回應特性 $V(t)$ 時輸入至參照二次電池 220 之脈衝電流 $I(t)$ 的測定條件資訊從參照

機器 200 發送至電池狀態判定裝置 100 亦可。

【0046】於電池狀態判定裝置 100 中，藉由第 1 辨識要素 111，作為第 2 實際測量結果，辨識參照二次電池 220 的電壓回應特性 $V(t)$ 及溫度 Θ 的實際測量結果（圖 2/STEP120）。

【0047】藉由第 1 劣化度評鑑要素 121，從登記於資料庫 10 的多數二次電池模型中，選擇與隨附於第 2 實際測量結果的識別子 ID 及包含於第 2 實際測量結果之溫度 Θ 的實際測量結果各別建立關聯之一二次電池模型（圖 2/STEP122）。

【0048】進而，藉由第 1 劣化度評鑑要素 121，對於該選擇的二次電池模型，輸入脈衝電流 $I(t)$ （圖 2/STEP124）。脈衝電流 $I(t)$ 係依據藉由第 1 辨識要素 111 所指定的波形訊號來辨識亦可，依據從參照機器 200 對於電池狀態判定裝置 100 發送的測定條件資訊來辨識亦可。

【0049】藉由第 1 劣化度評鑑要素 121，作為二次電池模型的輸出訊號，計算出從該二次電池模型輸出之電壓回應特性 $V_{\text{model}}(t)$ （圖 2/STEP126）。藉此，例如圖 7B 中間斷線所示般變化的二次電池模型的電壓回應特性 $V_{\text{model}}(t)$ 作為二次電池模型的輸出訊號而被計算出。於圖 7B 以一點鏈線揭示開路電壓 $OCV(t)$ 的變化樣態。

【0050】接下來，藉由第 1 劣化度評鑑要素 121，依據參照二次電池 220 的電壓回應特性 $V(t)$ 及二次電池模型的電壓回應特性 $V_{\text{model}}(t)$ 的對比結果，評鑑該參照二次電池

220的劣化度 $D(q_1)$ (圖2/STEP128)。例如，計算出表示參照二次電池220的電壓回應特性 $V(t)$ 及二次電池模型的電壓回應特性 $V_{model}(t)$ 各別之曲線的類似度 x 。然後，遵循將類似度 x 作為主變數的減少函數 f ，計算出參照二次電池220的劣化度 $D(q_1)=f(x)$ 。「 q_1 」係代表參照二次電池220的種類別的指數。

【0051】

(多元迴歸分析)

接著，藉由多元迴歸分析要素130，依據藉由第1辨識要素111建立關聯而辨識之複數參照二次電池220的各劣化度 $D(q_1)$ 及複數模型參數 R_0 、 a_{i1} 、 b_{i0} 、 b_{i1} 、 h_k 、 L_0 及 T 的各值，執行多元迴歸分析(圖2/STEP130)。

【0052】具體來說，藉由執行將參照二次電池220的劣化度($D(q_1)$)設為目的變數，將複數模型參數設為解釋變數的多元迴歸分析，界定多元迴歸式。例如，界定多元迴歸式，該多元迴歸式係為將構成界定從二次電池模型的所有模型參數(R_0 、 a_{11} 、 a_{21} 、...、 a_{i1} 、... a_{m1} 、 b_{10} 、 b_{20} 、... b_{m0} 、 b_{11} 、 b_{12} 、...、 b_{1m} 、 h_1 、 h_2 、...、 h_n 、 L_0 、 T)抽出之不同的複數模型參數群各別的複數模型參數設為解釋變數的多元迴歸式。複數模型參數群各別係將2以上且未滿 $(3m+n+3)$ 或以下之不同的模型參數設為構成要素。針對複數該多元迴歸式分別評鑑多元相關係數或決定係數之值。然後，選擇該多元相關係數或該決定係數之值相對較大之一部分的多元迴歸式。例如，多元迴歸分析要素122

選擇具有複數解釋變數 a_{i1} 、 b_{i0} 、 b_{i1} 及 h_k 中一部分的解釋變數的一或複數多元迴歸式。

【0053】

(界定二次電池模型的模型參數的鑑別)

進而，藉由第2辨識要素112，辨識對象二次電池420的複數阻抗 Z 的實際測量結果(圖2/STEP132)。對象二次電池420的複數阻抗 Z 係藉由交流阻抗法測定，該實際測量結果係與用以識別對象二次電池420的種類的識別子建立關聯，並登記於資料庫10，或者，從對象機器400對於電池狀態判定裝置100發送。

【0054】藉由第2辨識要素112，依據對象二次電池420的複數阻抗 Z 的實際測量結果，鑑別二次電池模型之複數模型參數的各值(圖2/STEP134)。該二次電池模型係表示在電流 $I(t)$ 被輸入至對象二次電池420時從該對象二次電池420輸出之電壓 $V(t)$ 的模型。對象二次電池420的電壓 $V(t)$ 係使用開路電壓 OCV 及內部電阻的轉移函數 $H(t)$ ，藉由前述關係式(01)界定。

【0055】

(對象二次電池的劣化度評鑑)

藉由第2劣化度評鑑要素122，依據藉由第2辨識要素112鑑別之複數模型參數的各值，遵循藉由多元迴歸分析要素130所界定之多元迴歸式，評鑑對象二次電池420的劣化度 $D(q_2)$ (圖2/STEP136)。「 q_2 」係代表對象二次電池420的種類別的指數。使用複數多元迴歸式時，作為對象二次

電池 420 的劣化度 $D(q_2)$ ，評鑑該複數多元迴歸式之理論值的平均值、最高值或最低值亦可。

【 0056】

(對象二次電池的劣化診斷資訊的生成及提供)

藉由資訊提供要素 140，生成因應對象二次電池 420 的劣化度 $D(q_2)$ 的劣化診斷資訊 $\text{Info}(D(q_2))$ (圖 2/STEP138)。藉由資訊提供要素 140，劣化診斷資訊 $\text{Info}(D(q_2))$ 從電池狀態判定裝置 100 發送至對象機器 400 (圖 2/STEP140)。

【 0057】 於對象機器 400 中，藉由構成輸入介面 401 的接收裝置，接收劣化診斷資訊 $\text{Info}(D(q_2))$ (圖 2/STEP222)。對構成輸出介面 402 的顯示裝置，輸出顯示劣化診斷資訊 $\text{Info}(D(q_2))$ (圖 2/STEP224)。藉此，除了表示二次電池 220 的劣化度 $D(q_2)$ 的圖表顯示之外，「電池的劣化度為 30%。建議再過 150 天後進行交換。」之因應劣化度 $D(q_2)$ 的對應方法等相關的訊息顯示於顯示裝置。

【 0058】

(本發明的其他實施形態)

在前述實施形態中，考慮參照二次電池 220 的電壓回應特性 $V(t)$ 之測定時的溫度 Θ 之後，選擇二次電池模型，評鑑該參照二次電池 220 的劣化度 $D(q_1)$ 。另一方面，作為其他實施形態，不考慮參照二次電池 220 的電壓回應特性 $V(t)$ 之測定時的溫度 Θ ，依據表示種類的識別子 q_1 選擇二次電池模型，評鑑該參照二次電池 220 的劣化度 $D(q_1)$ 亦可。同樣地，在前述實施形態中，考慮對象二次電池 420

的電壓回應特性 $V(t)$ 之測定時的溫度 Θ 之後，選擇二次電池模型，評鑑該對象二次電池 420 的劣化度 $D(q_2)$ 。另一方面，作為其他實施形態，不考慮對象二次電池 420 的電壓回應特性 $V(t)$ 之測定時的溫度 Θ ，依據表示種類的識別子 q_2 選擇二次電池模型，評鑑該對象二次電池 420 的劣化度 $D(q_2)$ 亦可。

【0059】藉由資訊提供要素 140，生成因應參照二次電池 220 的劣化度 $D(q_1)$ 的劣化診斷資訊 $\text{Info}(D(q_1))$ ，且從電池狀態判定裝置 100 發送至參照機器 200 亦可。此外，於參照機器 200 中，對構成參照輸出介面 202 的顯示裝置，輸出顯示劣化診斷資訊 $\text{Info}(D(q_1))$ 亦可。

【0060】

(發明的效果)

依據本發明的電池狀態判定裝置 100 及藉此執行的電池狀態判定方法，將界定依據參照二次電池 220 的複數阻抗 Z 的實際測量結果之二次電池模型的複數模型參數的各值設為解釋變數，將遵循該二次電池模型而評鑑之劣化度 $D(q_1)$ 設為目的變數，執行多元迴歸分析(參照圖 2/STEP130)。然後，遵循作為該多元迴歸分析的結果所得之多元迴歸式，評鑑對象二次電池 420 的劣化度 $D(q_2)$ (參照圖 2/STEP136)。藉此，謀求對象二次電池 420 的劣化度 $D(q_2)$ 之評鑑精度的提升。

【符號說明】

【 0061】

10:資料庫

100:電池狀態判定裝置

111:第1辨識要素

112:第2辨識要素

121:第1劣化度評鑑要素

122:第2劣化度評鑑要素

130:多元迴歸分析要素

140:資訊提供要素

200:參照機器

202:輸入介面

204:輸出介面

210:控制裝置

212:頻率響應分析裝置(FRA)

220:參照二次電池

230:感測器群

232:恆電位/恆電流儀(PGS)

400:對象機器

402:輸入介面

404:輸出介面

410:控制裝置

420:對象二次電池

430:感測器群

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種電池狀態判定裝置，其特徵為具備：

第1辨識要素，係將以相同規格製造之複數參照二次電池的各劣化度，與界定用以表現前述複數參照二次電池之各內部電阻特性的二次電池模型之複數模型參數的各值建立關聯而進行辨識；

多元迴歸分析要素，係依據藉由前述第1辨識要素建立關聯而辨識之前述複數參照二次電池的各劣化度及前述複數模型參數的各值，藉由執行將前述複數參照二次電池的各劣化度設為目的變數，將前述複數模型參數設為解釋變數的多元迴歸分析，來界定多元迴歸式；

第2辨識要素，係辨識依據以與前述複數參照二次電池分別相同的規格製造之對象二次電池的阻抗的實際測量結果之前述複數模型參數的各值；及

電池劣化度評鑑要素，係依據藉由前述第2辨識要素辨識之前述複數模型參數的各值，遵循藉由前述多元迴歸分析要素所界定之前述多元迴歸式，評鑑前述對象二次電池的劣化度。

【請求項2】如請求項1所記載之電池狀態判定裝置，其中，

前述多元迴歸分析要素，係界定將構成從界定前述二次電池模型的所有模型參數抽出之不同的複數模型參數群各別的複數模型參數設為解釋變數的多元迴歸式，針對複

數該多元迴歸式各別評鑑該多元相關係數或決定係數之值，選擇該多元相關係數或該決定係數之值相對地較大之一部分的多元迴歸式；

前述電池劣化度評鑑要素，係依據遵循藉由前述多元迴歸分析要素所選擇之前述一部分的多元迴歸式，評鑑前述對象二次電池的劣化度。

【請求項3】如請求項2所記載之電池狀態判定裝置，其中，

前述二次電池模型藉由包含藉由關係式(10)界定之電阻 R_0 的轉移函數 $H_0(z)$ 、藉由關係式(11)界定之IIR系統的轉移函數 $H_i(z)$ ($i=1, 2, \dots, m$)、藉由關係式(12)界定之FIR系統的轉移函數 $H_w(z)$ 的並聯結合的轉移函數界定；

$$H_0(z) = R_0 \cdots (10)$$

$$H_i(z) = (b_{i0} + b_{i1}z^{-1}) / (1 + a_{i1}z^{-1}) \cdots (11)$$

$$H_w(z) = \sum_{k=0}^n h_k z^{-k} \cdots (12)$$

前述多元迴歸分析要素作為前述一部分的多元迴歸式，選擇具有前述複數解釋變數 a_{i1} 、 b_{i0} 、 b_{i1} 及 h_k 中一部分的解釋變數的多元迴歸式。

【請求項4】如請求項3所記載之電池狀態判定裝置，其中，

前述第1辨識要素，係依據前述參照二次電池的複數阻抗的實際測量結果，鑑別前述二次電池模型之前述複數模型參數的各值；

前述電池劣化度評鑑要素，係依據作為對於初期狀態

的前述參照二次電池，輸入脈衝電流時從該參照二次電池輸出之電壓的變化樣態之實際測量結果的實際測量輸出電壓，與作為對於藉由前述第1辨識要素鑑別前述複數模型參數之值的前述二次電池模型，輸入前述脈衝電流時從該二次電池模型輸出之電壓的變化樣態的模型輸出電壓的對比結果，評鑑前述參照二次電池的劣化度；

前述第1辨識要素，係辨識藉由前述電池劣化度評鑑要素所評鑑之前述參照二次電池的劣化度；

前述第2辨識要素，係依據前述對象二次電池的複數阻抗的實際測量結果，鑑別前述二次電池模型之前述複數模型參數的各值。

【請求項5】如請求項4所記載之電池狀態判定裝置，其中，

前述第1辨識要素，係辨識前述參照二次電池的不同溫度各別中複數阻抗的實際測量結果；

依據前述參照二次電池的前述不同溫度各別中複數阻抗的實際測量結果，特定前述複數模型參數的各值的溫度相依性；

除了前述參照二次電池的前述實際測量輸出電壓之外，辨識該參照二次電池之溫度的實際測量結果；

對於鑑別前述複數模型參數之值，且鑑別該複數模型參數之各值的溫度相依性的前述二次電池模型，除了前述脈衝電流之外，辨識出輸入前述參照二次電池的溫度之實際測量結果時的前述模型輸出電壓；

前述第2辨識要素，係除了前述對象二次電池的複數阻抗的實際測量結果之外，依據前述對象二次電池的溫度的實際測量結果，鑑別前述二次電池模型之前述複數模型參數的各值。

【請求項6】一種電池狀態判定方法，其特徵為包含：

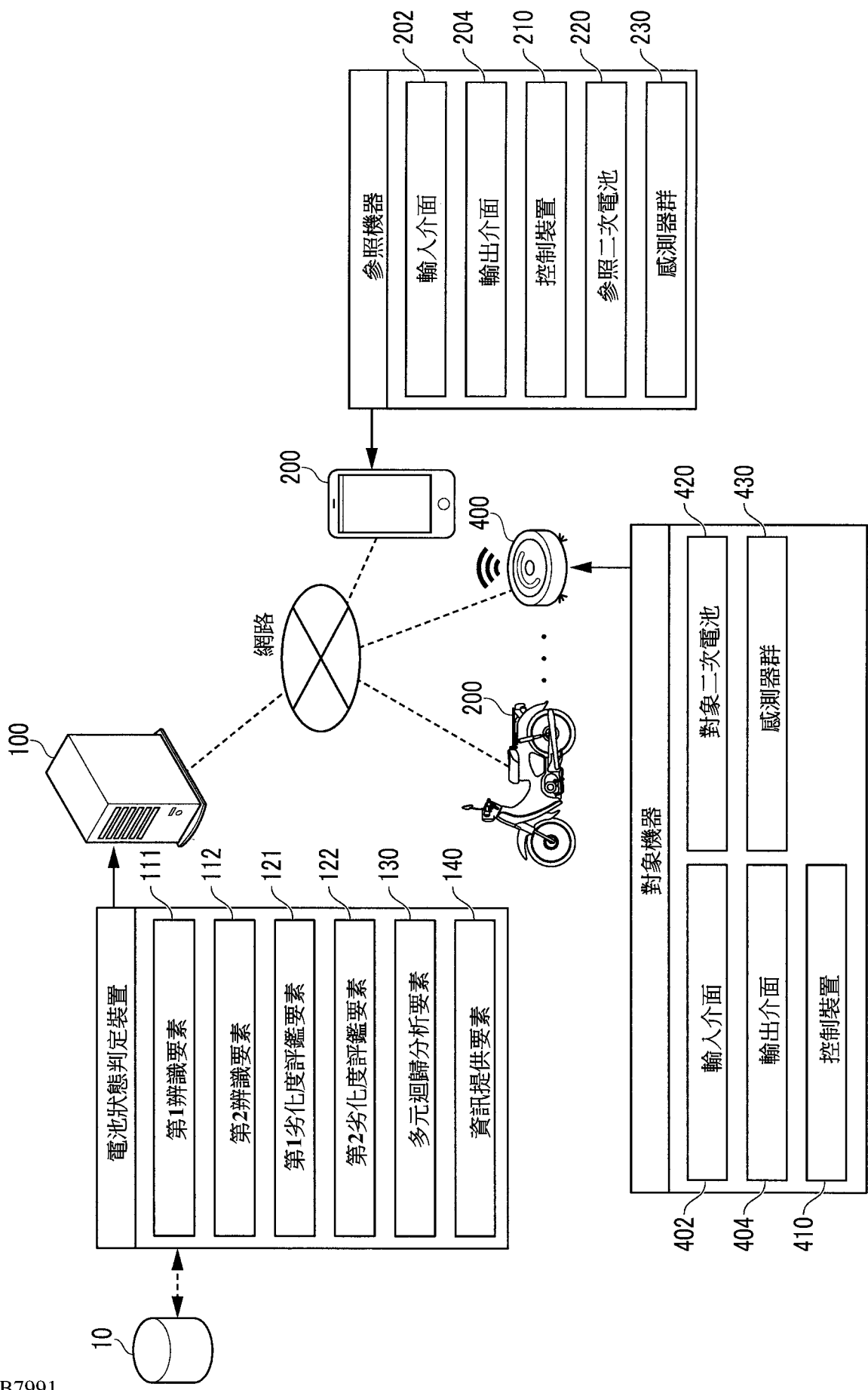
第1辨識步驟，係將以相同規格製造之複數參照二次電池的各劣化度，與界定用以表現前述複數參照二次電池之各內部電阻特性的二次電池模型之複數模型參數的各值建立關聯而進行辨識；

多元迴歸分析步驟，係依據藉由前述第1辨識步驟建立關聯而辨識之前述複數參照二次電池的各劣化度及前述複數模型參數的各值，藉由執行將前述參照二次電池的各劣化度設為目的變數，將前述複數模型參數設為解釋變數的多元迴歸分析，來界定多元迴歸式；

第2辨識步驟，係辨識依據以與前述複數參照二次電池分別相同的規格製造之對象二次電池的阻抗的實際測量結果之前述複數模型參數的各值；及

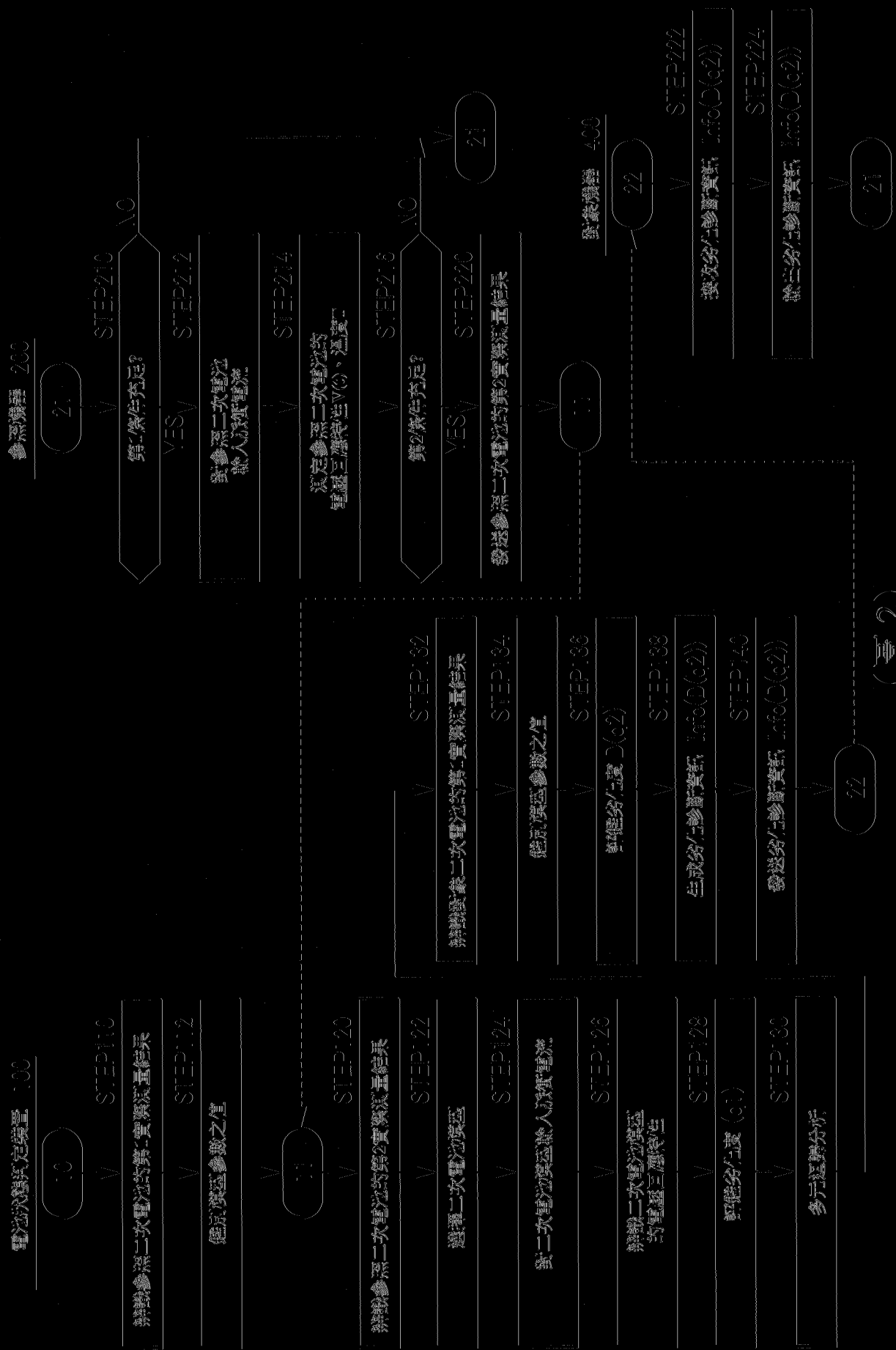
電池劣化度評鑑步驟，係依據藉由前述第2辨識步驟辨識之前述複數模型參數的各值，遵循藉由前述多元迴歸分析步驟所界定之前述多元迴歸式，評鑑前述對象二次電池的劣化度。

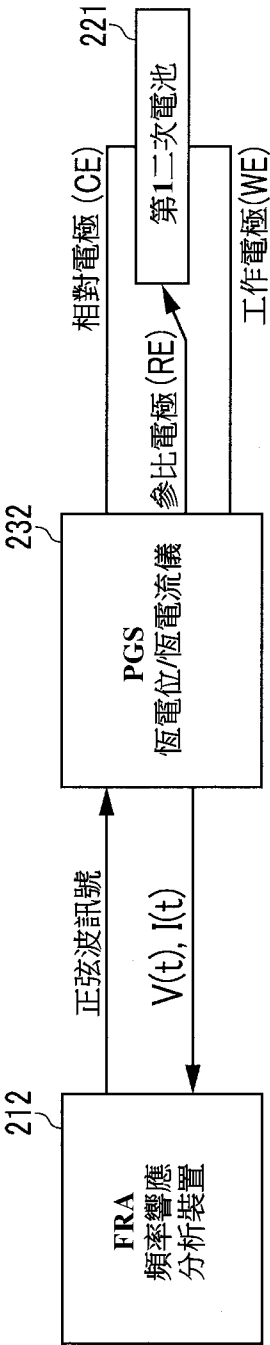
【發明圖式】



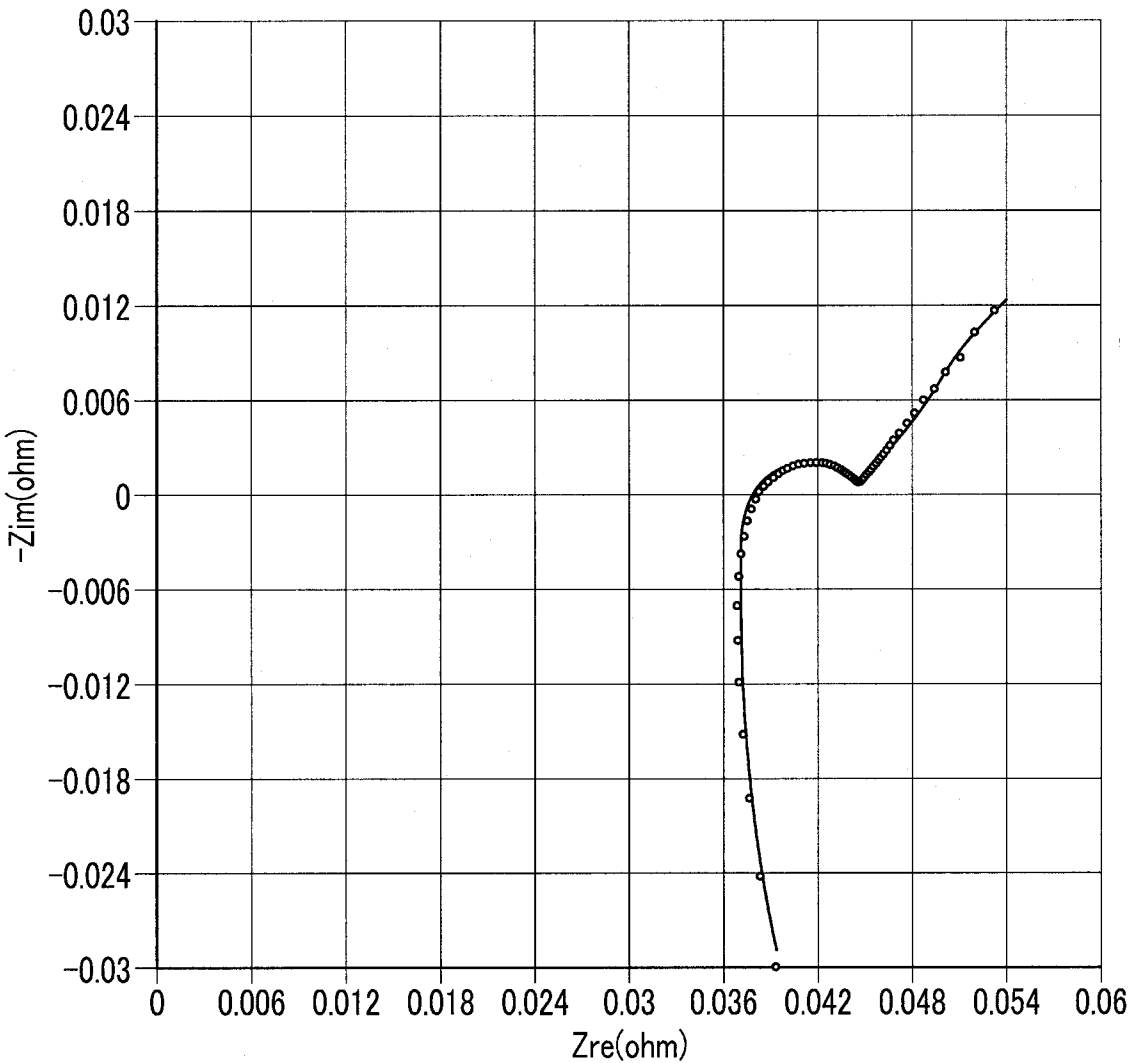
【圖 1】

7B7991

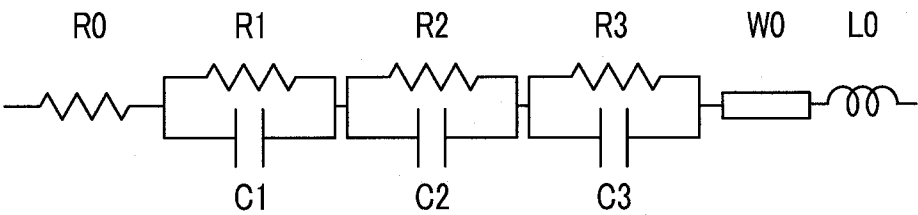




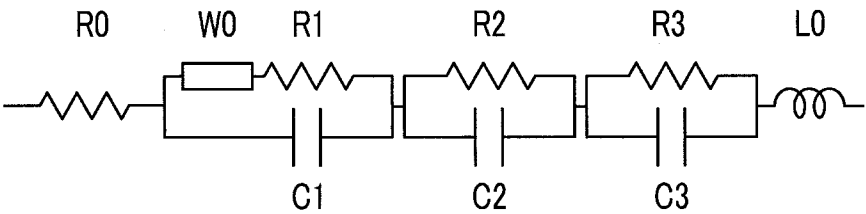
【圖 3】



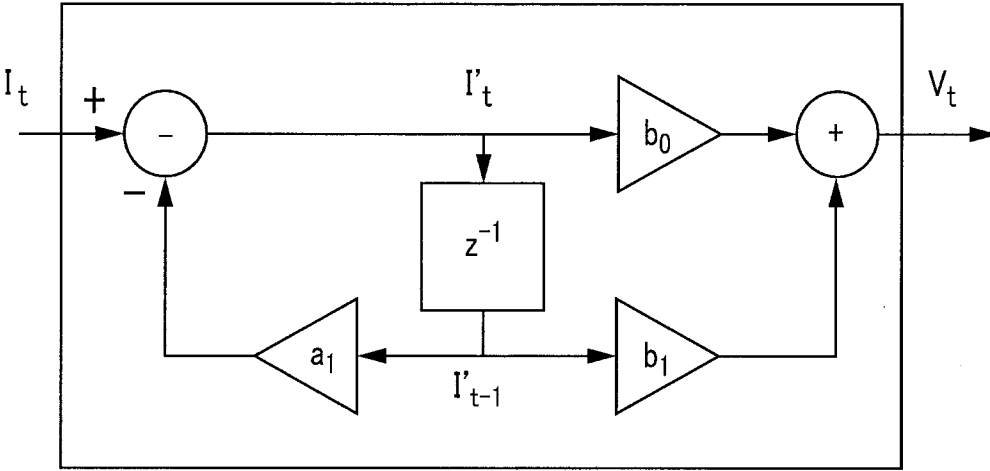
【圖 4】



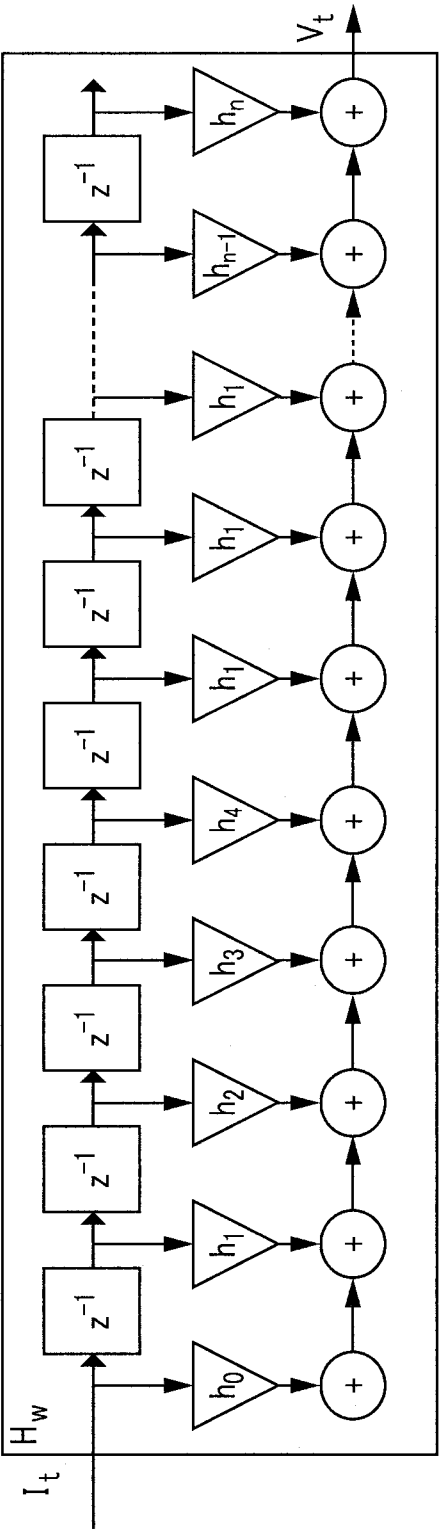
【圖 5A】



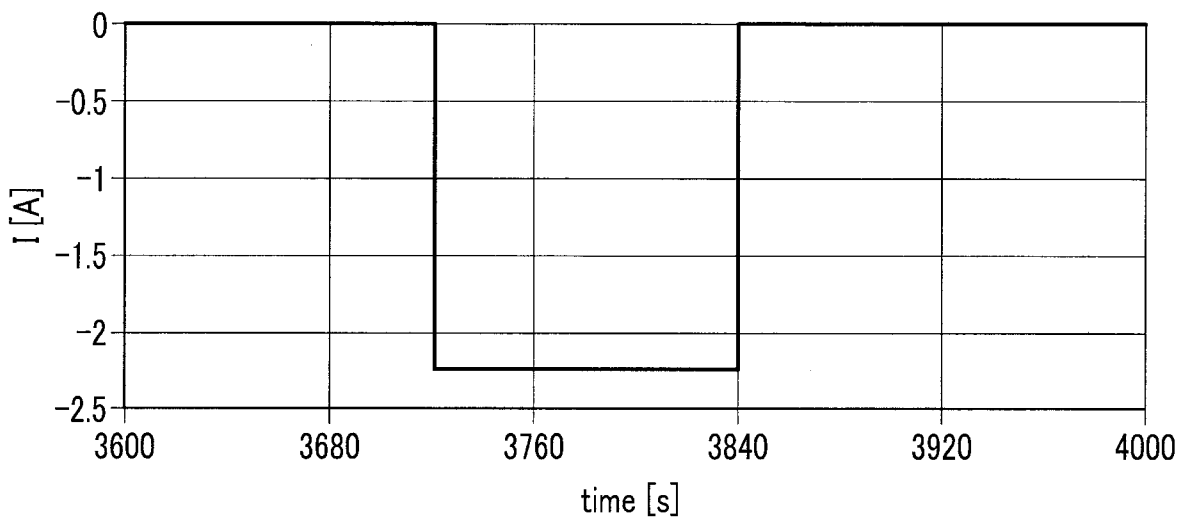
【圖 5B】



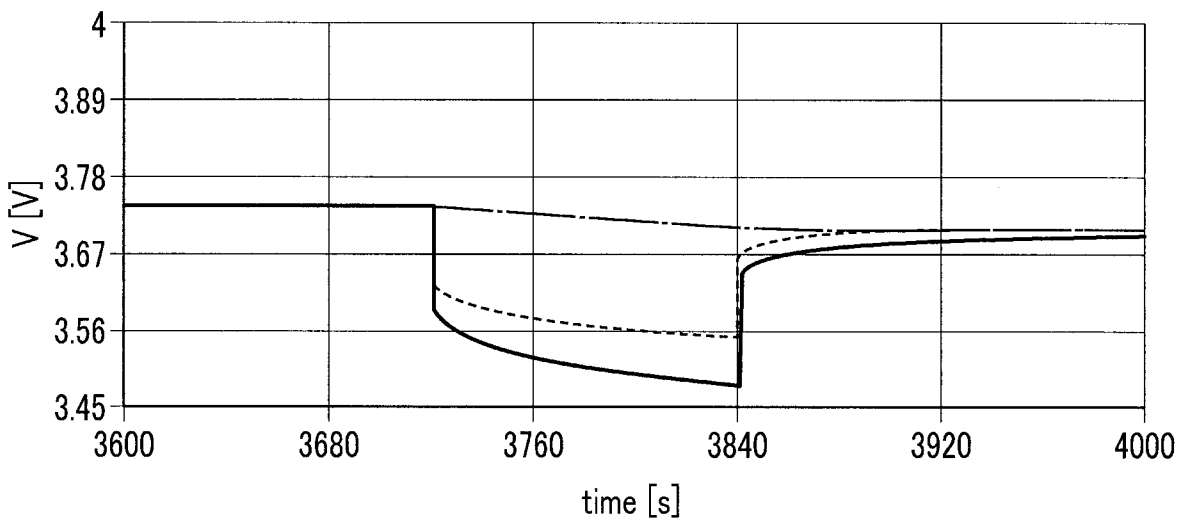
【圖 6A】



【圖 6B】



【圖 7A】



【圖 7B】