



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I754109 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：107137316

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 10 月 23 日

(51)Int. Cl. : G01R31/36 (2020.01)

H02J7/00 (2006.01)

(30)優先權：2018/03/28 日本

2018-061133

(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) ; 庄司秀樹 SHOJI, HIDEKI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 298621

CN 102834727B

CN 104597402B

US 2014/0269811A1

US 2016/0349329A1

審查人員：朱啓信

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：9 共 37 頁

(54)名稱

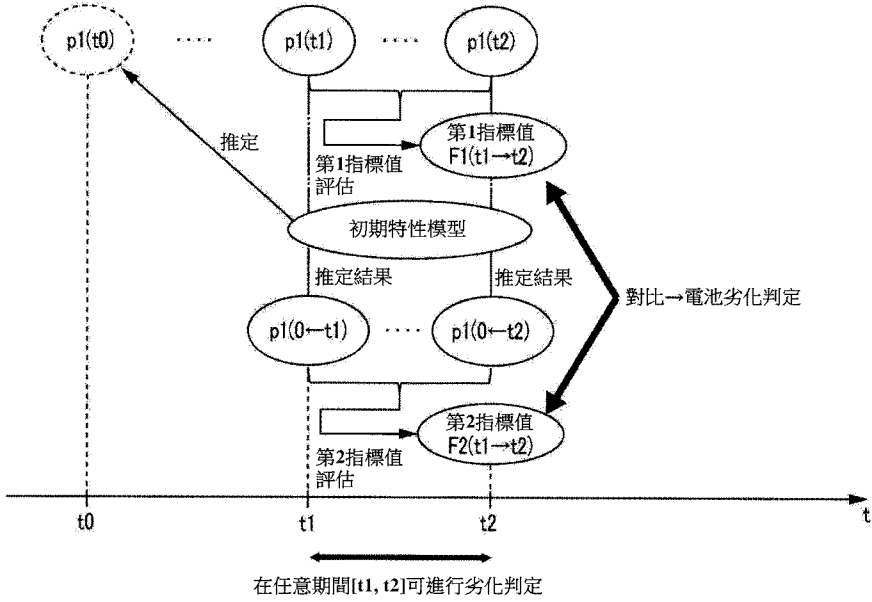
劣化狀態判定裝置及劣化狀態判定方法

(57)摘要

[課題]提供即使對象之二次電池自身的特性參數的初期測定結果不存在的場合，也可以判定該二次電池的劣化狀態之裝置。

[解決手段]藉由使表示二次電池(220)的特性之複數特性參數 p 之各個的本次測定值 $p(k)$ 被輸入至初期特性模型，計算第 1 特性參數之初期特定推定值 $p_1(0 \leftarrow k)$ 作為該初期特性模型的輸出。根據第 1 特性參數的測定值 $p_1(k)$ 之本次時間序列 $P_1(i)$ ，計算表示出對象的本次狀態之第 1 指標值 $F_1(i)$ 。根據第 1 特性參數的初期特性推定值 $p_1(0 \leftarrow k)$ 之本次時間序列 $P_1(0 \leftarrow k, i)$ ，計算表示出對象的過去狀態之第 2 指標值 $F_2(i)$ 。根據第 1 指標值 $F_1(i)$ 與第 2 指標值 $F_2(i)$ ，判定出對象之劣化狀態。

指定代表圖：



【圖 7】



公告本

I754109

【發明摘要】

【中文發明名稱】

劣化狀態判定裝置及劣化狀態判定方法

【中文】

[課題]提供即使對象之二次電池自身的特性參數的初期測定結果不存在的場合，也可以判定該二次電池的劣化狀態之裝置。

[解決手段]藉由使表示二次電池(220)的特性之複數特性參數 p 之各個的本次測定值 $p(k)$ 被輸入至初期特性模型，計算第1特性參數之初期特定推定值 $p_1(0 \leftarrow k)$ 作為該初期特性模型的輸出。根據第1特性參數的測定值 $p_1(k)$ 之本次時間序列 $P_1(i)$ ，計算表示出對象的本次狀態之第1指標值 $F_1(i)$ 。根據第1特性參數的初期特性推定值 $p_1(0 \leftarrow k)$ 之本次時間序列 $P_1(0 \leftarrow k, i)$ ，計算表示出對象的過去狀態之第2指標值 $F_2(i)$ 。根據第1指標值 $F_1(i)$ 與第2指標值 $F_2(i)$ ，判定出對象之劣化狀態。

【指定代表圖】第(7)圖。

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

劣化狀態判定裝置及劣化狀態判定方法

【技術領域】

【0001】本發明係關於判定鋰離子電池等二次電池的劣化狀態之系統等。

【先前技術】

【0002】根據二次電池的電流值、電壓值及周圍溫度之此次測定結果，藉由推定二次電池之電氣等價電路模型之模型參數值，診斷該二次電池的劣化之技術手段被提出來(參照專利文獻1)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本特開2017-016991號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0004】但根據該先前技術的話，根據模型參數推定值之時間序列的變化量，診斷二次電池的劣化，所以為了判定二次電池由初期狀態起達到何種程度的劣化，以該二次電池自身的初期電流值等測定為前提。因此，對象之二

次電池自身的電流值等初期測定結果不存在的場合，該二次電池的劣化狀態的判定變得困難。

【0005】在此，本發明的目的在於提供即使對象之二次電池自身的特性參數的初期測定結果不存在的場合，也可以判定該二次電池的劣化狀態之裝置。

[供解決課題之手段]

【0006】相關於本發明之劣化狀態判定裝置，特徵為藉由把表示二次電池的特性之複數特性參數之各個的本次測定值，輸入至表示與前述二次電池相同規格的參照二次電池的初期特性之初期特性模型，計算前述複數特性參數之中的第1特性參數的初期特性推定值作為前述初期特性模型的輸出之第1演算處理要素、根據前述第1特性參數測定值之本次時間序列，計算表示前述對象的本次狀態之第1指標值，且根據藉由前述第1演算處理要素計算的前述第1特性參數的初期特性推定值之本次時間序列，計算表示前述對象的初期狀態之第2指標值的第2演算處理要素、以及根據藉由前述第2演算處理要素計算的前述第1指標值及前述第2指標值，判定以前述二次電池的初期狀態為基準的劣化狀態之第3演算處理要素。

[發明之效果]

【0007】根據相關於本發明的劣化狀態判定裝置的話，根據對象的第1特性參數及第2特性參數之各個的「本

次測定值(判定對象時間點之測定值)」，依照表示該對象的特性之初期特定模型計算第1特性參數之「初期特性推定值(作為初期狀態之推定值)」，進而，根據第1特性參數的測定值之本次時間序列(包含判定對象時間點的判定對象期間之測定值的時間序列)計算「第1指標值」，根據第1特性參數的初期特性推定值之本次時間序列(包含判定對象時間點的判定對象期間之初期特性推定值的時間序列)計算「第2指標值」。接著，根據「第1指標值」與「第2指標值」，判定出對象之劣化狀態。

因此，即使在不存在劣化狀態的判定對象其自身的特性參數之初期或過去的測定結果的場合，也能判定該對象的劣化狀態。

【圖式簡單說明】

【0008】

圖1係關於本發明之一實施型態的劣化狀態判定裝置的構成之說明圖。

圖2係表示劣化狀態判定裝置的機能之方塊圖。

圖3係關於電池的電氣等價電流模型之一例之說明圖。

圖4係關於本發明之一實施型態的劣化狀態判定方法之說明圖。

圖5係關於第1指標值及第2指標值的計算之用的積分區間之說明圖。

圖6係關於劣化診斷資訊的輸出例之說明圖。

圖7係相關於本發明的劣化狀態判定方法之時序圖。

圖8係相關於從前技術的劣化狀態判定方法之時序圖。

圖9係關於構成二次電池模組的複數二次電池之各個的特性參數的變化態樣之例示圖。

【實施方式】

【0009】

(劣化狀態判定裝置之構成)

【0010】作為圖1所示的本發明之一實施型態之劣化狀態判定裝置，藉由對象機器200與可透過網路通訊的一或複數伺服器所構成。劣化狀態判定裝置100，判定在對象機器200作為電源搭載的二次電池220的劣化狀態。

【0011】劣化狀態判定裝置100，具備：輸入要素102、輸出要素104、第1演算處理要素110、第2演算處理要素120與第3演算處理要素130。

【0012】輸入要素102，由被搭載二次電池220的對象機器200接收特性參數之測定值。輸出要素104，對對象機器送出二次電池220的劣化狀態的判定結果或者因應於此而產生的劣化診斷資訊。

【0013】第1演算處理要素110、第2演算處理要素120及第3演算處理要素130各個藉由處理器(演算處理裝置)、記憶體(記憶裝置)及I/O電路等構成。於該記憶體或者與此

不同個之記憶裝置，除了表示二次電池220的特性之特性參數等種種資料以外，還記憶保持著程式(軟體)。供識別二次電池220或者被搭載此之對象機器200的種類之用的複數識別子之各個，與複數模型之各個被賦予對應關係而記憶保持於記憶體。處理器由記憶體讀取必要的程式及資料，根據該資料，藉由執行依照該程式之演算處理，執行被分派給各演算處理要素110、120、130之任務。

【0014】第1演算處理要素110，藉由使表示二次電池220的特性之複數特性參數 $p=(p_1, \dots, p_n)$ 之各個的本次測定值 $p(k)$ 被輸入至初期特性模型，計算複數特性參數 p 之中的第1特性參數 p_1 之初期特定推定值 $p_1(0 \leftarrow k)$ 作為初期特性模型的輸出。「初期特性模型」表示因應於規格或種類的分別之二次電池的初期特性。初期特性模型，藉由函數 G 依照關係式(110)來表示。

【0015】

$$p_1(0 \leftarrow k) = G(p(k)) \quad \dots (110)。$$

【0016】函數 G ，藉由作為因應於複數特性參數 p 的本次測定值 $p(k)$ 之第1初期特性參數 $q_1(p(k))$ 之從變數的第2初期特性參數 $q_2(q_1(p(k)))$ ，及與第1特性參數 p_1 不同的第2特性參數 p_2 之本次測定值 $p_2(k)$ 作為主變數的多變數函數 G_1 ，藉由關係式(111)來定義亦可。

【0017】

$$G = G_1(q_2(q_1(p(k))), p_2(k)) \quad \dots (111)。$$

【0018】函數 G ，作為藉由除了第2初期特性參數 $q_2(q_1(p(k)))$ ，與第2特性參數 p_2 之本次測定值 $p_2(k)$ 之外，加上以第2特性參數之測定值 $p_2(j)$ 成為0的時間點 $t=j$ 之第1特性參數 p_1 的測定值 $p_1(j)$ 為主變數的多變數函數 G_2 ，藉由關係式(112)定義亦可。

【0019】

$$G = G_2(q_2(q_1(p(k))), p_1(j), p_2(k)) \cdots (112)。$$

【0020】第2演算處理要素120，根據二次電池220的複數特性參數 p 的測定值 $p(k)$ 之時間序列 $P(i) = \{p(i) \mid i = k, k+1, \cdots\}$ ，把依照多變數函數 $f(p)$ 算出的值 $f(p(k)) = f(p_1(k), p_2(k), \cdots)$ 之累積值或時間積分值作為第1指標值 F_1 來計算(參照關係式(121))。

【0021】

$$F_1 = \sum_k f(p(k)) \cdots (121)。$$

【0022】第2演算處理要素120，根據第1特性參數 p_1 的初期特性推定值 $p_1(0 \leftarrow k)$ 及其他特性參數 $p_u (u=2, 3, \cdots)$ 的測定值 $p_u(k)$ ，把依照同一多變數函數 $f(p)$ 算出的值 $f(p_1(0 \leftarrow k), p_2(k), \cdots)$ 之累積值或時間積分值作為第2指標值 F_2 來計算(參照關係式(122))。

【0023】

$$F_2 = \sum_k f(V(0 \leftarrow k), I(k), T(k)) \cdots (122)。$$

【0024】第3演算處理要素130，根據第1指標值 $F_1(i)$ 及第2指標值 $F_2(i)$ ，依照關係式(130)計算二次電池220的

劣化度 $D(i)$ 。

【0025】

$$D(i) = \{F_2(i) - F_1(i)\} / F_2(i) \quad \cdots (130)。$$

【0026】 對象機器 200，具備：輸入界面 202、輸出界面 204、控制裝置 210、二次電池 220 與感測器群 222。對象機器 200，包含個人電腦、行動電話(智慧型手機)、家電製品或電動自行車等移動體等、以二次電池 220 為電源的各種機器。

【0027】 控制裝置 210，由處理器(演算處理裝置)、記憶體(記憶裝置)及 I/O 電路等構成。於該記憶體或者與此不同個之記憶裝置，記憶保持著特性參數的測定值的時間序列等種種資料。控制裝置 210，因應於來自二次電池 220 的供給電力而動作，於通電狀態控制對象機器 200 的動作。於對象機器 200 的動作，包含構成該對象機器 200 的致動器(電動式致動器等)的動作。構成控制裝置 210 的處理器由記憶體讀取必要的程式及資料，根據該資料，藉由執行依照該程式之演算處理，執行被分派的任務。

【0028】 二次電池 220，例如為鋰離子電池或電池胞，亦可為鎳鎘電池等其他的二次電池。感測器群 222，除了二次電池 220 的特性參數以外，還測定對象機器 200 的控制所必要的參數之值。感測器群 222，例如藉由輸出各個因應於二次電池 220 的電壓、電流及溫度的訊號之電壓感測器、電流感測器及溫度感測器來構成。

【0029】 劣化狀態判定裝置 100，亦可被搭載於對象

機器 200。在此場合，軟體伺服器(省略圖示)，亦可藉由對構成對象機器 200 所具備的控制裝置 210 之演算處理裝置送訊劣化判定用軟體，而對該演算處理裝置賦予作為劣化狀態判定裝置 100 之機能。

【0030】

(各演算處理要素的構成)

【0031】圖 2 顯示表示各演算處理要素 110、120、130 的機能之方塊圖。

【0032】第 1 演算處理要素 110，具備作為第 1 初期特性模型參數記憶部 112、第 2 初期特性模型參數初期特性推定值計算部 114、及第 1 特性參數初期特性推定值計算部 116 之機能。第 2 演算處理要素 120，具備作為第 1 指標值計算部 121 及第 2 指標值計算部 122 之機能。第 3 演算處理要素 130 具備作為劣化度計算部之機能。

【0033】第 1 初期特性模型參數記憶部 112，記憶保持表示與參照二次電池相同規格或同一種類的任意二次電池的初期特性之第 1 初期特性模型參數 $q_1(p)$ 。第 1 初期特性模型參數 $q_1(p)$ ，具有供識別二次電池的規格或種類之用的複數識別子 ID 及對應於複數特性參數 p 之各種測定值 p 的複數值。

【0034】在本實施型態，二次電池 220 的端子間電壓 V 、電流 I 及溫度 T ，作為特性參數 $p=(p_1, p_2, p_3)$ 來測定。特性參數 $p=(p_1, p_2, p_3)$ 亦可為 (V, T, I) 、 (I, V, T) 、 (I, T, V) 、 (T, I, V) 或 (T, V, I) 。特性參數 p 亦可為 2 個 (p_1, p_2) ，亦可為 4

個以上($p_1, \cdots p_N$)($4 \leq N$)。

【0035】例如，於圖3所示的電氣等價電路模型，藉由適用第1初期特性模型參數 q_1 而定義初期特性模型。此電氣等價電路，藉由起電力 V_0 之內部電源及電阻值 r 之內電阻來構成。二次電池220的電氣等價電路模型的電氣特性，根據二次電池220的端子間電壓 V 、電流 I 、內部電源得起電力 V_0 及內電阻的電阻值 r ，依照關係式(210)定義。

【0036】

$$V = V_0 - I \cdot r \quad \cdots (210)。$$

【0037】規格不同的複數參照二次電池的電壓 V (第1特性參數 p_1)、電流 I (第2特性參數 p_2)及溫度 T (第3特性參數 p_3)、與初期狀態之該二次電池的內電阻的電阻值 r 之關係，根據基準電壓、基準電流 I_a 及基準溫度 T_a ，藉由關係式(212)近似表示。

【0038】

$$\begin{aligned} r(V, I, T) = & r(V_a, I_a, T_a) + (\partial r / \partial V)(V - V_a) \\ & + (\partial r / \partial I)(I - I_a) \\ & + (\partial r / \partial T)(T - T_a) \quad \cdots (212)。 \end{aligned}$$

【0039】基準電流 $I_a=0$ 的場合，基準電壓 V_a 相當於內部電源的起電力 V_0 ，所以關係式(212)由關係式(214)表示。

【0040】

$$r(V, I, T) = r(V_0, 0, T_a) + (\partial r / \partial V)(V - V_0) \\ + (\partial r / \partial I) I \\ + (\partial r / \partial T)(T - T_a) \quad \cdots (214)。$$

【0041】初期狀態之二次電池的電壓 V 、電流 I 及溫度 T 被測定，根據該測定結果，於各種 $p=(V, I, T)$ 之各個的組合，算出偏微分係數 $(\partial r / \partial p_s)(s=1, 2, 3)$ 。如此進行對任意的 p 算出的偏微分係數 $(\partial r / \partial p_s)$ ，作為第1初期特性模型參數 $q_1(p)$ 被記憶保持於第1初期特性模型參數記憶部112。根據離散的偏微分係數 $(\partial r / \partial p_s)$ 的計算結果，對 $p=(V, I, T)$ 之 $(\partial r / \partial p_s)$ 藉由連續函數來近似表示，該連續函數作為第1初期特性模型參數 $q_1(p)$ 被記憶保持於第1初期特性模型參數記憶部112亦可。

【0042】以考慮內電阻的過渡回應特性的形式構築電氣等價電路模型亦可。例如，如圖3右上部分所示，內電阻藉由電阻(電阻值 R_s)以及3個複合電阻(阻抗 Z_1 、 Z_2 、 Z_3)被串聯連接而構成。第1複合電阻，由電阻(電阻值 R_0)以及電感器(電感 L_0)之並聯電路構成。第2複合電阻，由電阻(電阻值 R_1)以及電容器(電容量 C_1)之並聯電路構成。第2複合電阻，由一對電阻(電阻值 R_1)及電阻(阻抗 Z_w)之串聯電路與電容器(電容量 C_2)之並聯電路構成。內電阻的電阻值 r 依照關係式(216)定義。

【0043】

$$r = R_s + Z_1(L_0, R_0) + Z_2(C_1, R_1) + Z_3(C_2, R_2 + Z_w) \quad \cdots (216)。$$

【0044】在此場合， R_s 、 Z_1 、 Z_2 及 Z_3 之各個，藉由以

與式(12)同樣的形式近似，對任意的 $p_m=(V_m, I_m, T_m)$ 算出的偏微分係數 $(\partial Z/\partial p_i)$ ($Z=R_s, Z_1, Z_2, Z_3$)，作為第1初期特性模型參數 $q_1(V, I, T)$ 被記憶保持於第1初期特性模型參數記憶部112亦可。

【0045】第2初期特性模型參數初期特性推定值計算部114，除了二次電池220的識別子ID以外由第1初期特性模型參數記憶部112讀取複數對應於特性參數 V, I 及 T 之各個的本次測定值 $(V(k), I(k), T(k))$ 之第1初期特性模型參數 q_1 。第2初期特性模型參數初期特性推定值計算部114，根據二次電池220的複數特性參數的本次測定值 $p(k)=(V(k), I(k), T(k))$ ，與因應於該本次測定值 $p(k)$ 的第1初期特性模型參數 $q_1(p(k))$ ，依照關係式(218)，計算內電阻的電阻值 r 作為第2初期特性模型參數 q_2 之本次初期特性推定值 $q_2(0 \leftarrow k)$ 。

【0046】

$$\begin{aligned} r(0 \leftarrow k) = & r(V_0, 0, T_0) + (\partial r / \partial V) (V(k) - V_0) \\ & + (\partial r / \partial I) I(k) \\ & + (\partial r / \partial T) (T(k) - T_0) \quad \cdots (218)。 \end{aligned}$$

【0047】第1特性參數初期特性推定值計算部116，根據二次電池220的電流測定值 $I(t)$ 為0的最後時間點 $t=j$ 之電壓 V 的測定值 $V(j)$ 亦即基準測定值 $V_0(j)$ ，與電壓 V 的本次測定值 $V(k)$ ，與內電阻之本次初期特性推定值 $r(0 \leftarrow k)$ ，依照關係式(220)計算電壓 V 的本次初期特性推定值 $V(0 \leftarrow k)$ (參照關係式(112))。

【0048】

$$V(0 \leftarrow k) = V_0(j) - I(k) \cdot r(0 \leftarrow k) \quad \cdots (220)。$$

【0049】二次電池220的電壓V的測定值V(j)，被記憶保持於構成第1特性模型參數初期特性推定值計算部116的記憶部。其後，二次電池220的電流測定值I(t)成為0的場合，該時間點之二次電池220的電壓V的測定值V(j)，作為初期特性模型之內部電源的本次起電力V₀(k)被覆寫保存於該記憶部。

【0050】第1演算處理要素110，藉由使表示二次電池220的特性之複數特性參數 $p=(p_1, \cdots p_N)$ 之各個的本次測定值 $p(k)=(p_1(k), \cdots p_N(k))$ 被輸入至表示初期特性模型的函數G，作為該初期特性模型的輸出G(p(k))，計算複數特性參數p之中的第1特性參數p₁之本次初期特定推定值 $p_1(0 \leftarrow k)$ 。該函數G，例如係在關係式(14)的右邊第2項代入關係式(122)而得的函數。

【0051】第1指標值計算部121，根據二次電池220特性參數p的測定值 $p(k)=(V(k), I(k), T(k))$ ，把依照多變數函數f(p)算出的值f(V(k), I(k), T(k))之累積值或時間積分值作為第1指標值F₁來計算(參照關係式(121))。第2指標值計算部122，根據電壓V的初期特性推定值V(0←k)以及電流I的測定值I(k)及溫度T的測定值T(k)，把依照同一多變數函數f(V, I, T)算出的值f(V(0←k), I(k), T(k))之累積值或時間積分值作為第2指標值F₂來計算(參照關係式(122))。

【0052】於圖5，初期狀態之二次電池220的電壓V(第

1特性參數 $p_1(t)$ 的時間變化態樣以實線表示，劣化狀態之二次電池220的電壓 V 的時間變化態樣以虛線表示。如圖5所示任意的期間採用作為累積區間或積分區間 $[t_1, t_2]$ 亦可。由電流 I 成為0的最後時間點起之經過時間在特定期間以內之區間亦可作為該累積區間採用。

【0053】替代該函數 f ，而依照至少以電壓 V (第1特性參數 p_1)為主變數的函數 $f_1(V)$ 、 $f_2(V, I)$ 及 $f_3(V, T)$ 之中的至少1個，藉由與關係式(121)(122)同樣地使該函數(從變數)的值被累積或被積分而計算第1指標值 F_1 及第2指標值 F_2 亦可。

【0054】第3演算處理要素130(劣化度計算部)，根據第1指標值 $F_1(i)$ 及第2指標值 $F_2(i)$ ，依照關係式(130)計算二次電池220的劣化度 $D(i)$ 。

【0055】

(劣化狀態判定方法)

【0056】說明藉由前述構成的劣化狀態判定裝置執行的對象的劣化狀態判定方法。

【0057】於對象機器200，藉由通電狀態的控制裝置210判定是否第1條件被滿足(圖4/STEP202)。作為「第1條件」，於對象機器200，採用：通過輸入界面202有二次電池220的劣化狀態判定的要求、特定的應用軟體於對象機器200被啟動、或是二次電池220的特性參數的測定值顯示第1變化態樣等條件。

【0058】被判定未滿足第1條件的場合(圖4/STEP202)

· NO)，第1條件的充足性判定處理再度被執行(圖4/STEP202)。第1條件之充足性判定處理(圖4/STEP202)亦可省略。

【0059】被判定為滿足第1條件的場合(圖4/STEP202· YES)，根據感測器群222之輸出訊號，取得表示二次電池220的特性的複數特性參數 p 的測定值 $p(k)=(V(k), I(k), T(k))$ (圖4/STEP204)。「 k 」系表示因應於取樣周期的離散的時刻之指數。二次電池220的電壓 V 被測定作為第1特性參數 p_1 。二次電池220的電流 I (包含充電電流及放電電流)被測定第2特性參數 p_2 。二次電池220的溫度 T (殼體的周圍溫度或表面溫度)被測定作為第3特性參數 p_3 。在此測定的過程，電流 I 成為0的最後的時間點 $t=j$ 之電壓 V 的測定值 $V(j)$ ，作為基準測定值 $V_0(j)$ 被記憶保持於記憶體。

【0060】接著，藉由控制裝置210判定是否第2條件被滿足(圖4/STEP206)。作為「第2條件」，採用：最後判定第1條件被滿足的第1時間點起到達經過特定時間的第2時間點、表示特性參數 $p(k)$ 的測定結果之資料之由第1時間點起的累計值達到閾值、或是藉由感測器群222測定的二次電池220的特性參數的測定值顯示第2變化態樣等條件。

【0061】被判定第2條件未被滿足的場合(圖4/STEP206· NO)，指數 k 僅被增加「1」(圖4/STEP208)，而且取得各特性參數 $p_s(s=1,2,3)$ 的測定值 $p_s(k)$ (圖4/STEP204)。此時，特性參數 p_s 的測定值 $p_s(k)$ 之本次時間序列 $P_s(i)=\{p_s(i) \mid i=k, k+1, \dots\}$ 被累積地保持於記憶體。

【0062】被判定為滿足第2條件的場合(圖4/STEP206→YES)，特性參數 p_s 的測定值 $p_s(k)$ 之本次時間序列 $P_s(i)$ ，藉由構成輸出界面204的送訊裝置由對象機器200對劣化狀態判定裝置100送訊(圖4/STEP210)。此時，供識別二次電池220的規格或種類之識別子ID、及電壓 V 的基準測定值 $V_0(j)$ 也由對象機器200對劣化狀態判定裝置100送訊。因應於該送訊，指數 i 被僅增加「1」(圖4/STEP212)，而且再度執行第1條件的充足性判定以後的處理(參照圖4/STEP202→STEP204→…STEP210)。

【0063】亦可為第2條件的充足性判定處理(圖4/STEP206)被省略，特性參數 p_s 之本次測定值 $p_s(k)$ ，與識別子ID及電壓 V 之基準測定值 $V_0(j)$ 一起由對象機器200對劣化狀態判定裝置100逐次送訊。

【0064】於劣化狀態判定裝置100，輸入要素102，接收特性參數 $p_s(k)$ 之測定值的本次時間序列 $P_s(i)$ 、識別子ID及電壓 V 之基準測定值 $V(j)$ (圖4/STEP102)。

【0065】第1演算處理要素110(第2初期特性模型參數計算部114)，由記憶體(圖2/第1初期特性模型參數記憶部112)讀取對應於識別子ID及特性參數 p 的測定值 $p(k)$ 之第1初期特性模型參數 $q_1(p(k))$ (圖4/STEP104)。第1初期特性模型參數 q_1 ，為前述關係式(12)之偏微分係數 $(\partial r/\partial p_s)$ 。

【0066】第1演算處理要素110(第2初期特性模型參數計算部114)，根據二次電池220的特性參數 p 的本次測定值 $p(k)$ ，與第1初期特性模型參數 $q_1(p(k))$ ，依照關係式

(122)，計算初期狀態模型之二次電池的內電阻之電阻值 r 之本次初期特性推定值 $r(0 \leftarrow k)$ 作為第 2 初期特性模型參數 $q_2(0 \leftarrow k)$ (圖 4/STEP106)。

【0067】第 1 演算處理要素 110 (第 1 特性參數初期特性推定值計算部 116)，根據電壓 V 之基準測定值 $V_0(j)$ 、電流 I 之本次測定值 $I(k)$ 及初期模型之內電阻的電阻值 r 之本次初期特性推定值 $r(0 \leftarrow k)$ ，依照關係式 (220) 計算電壓 V 的本次初期特性推定值 $V(0 \leftarrow k)$ (圖 4/STEP108)。

【0068】第 2 演算處理要素 120 (第 1 指標值計算部 121)，至少根據作為第 1 特性參數 p_1 的電壓 V 之測定值 $V(k)$ 的本次時間序列 $V(i)$ ，例如依照關係式 (121) 計算第 1 指標值 $F_1(i)$ (圖 4/STEP110)。第 2 演算處理要素 120 (第 2 指標值計算部 122)，至少根據作為第 1 特性參數 p_1 的電壓 V 之測定值 $V(k)$ 的本次時間序列 $V(i)$ ，例如依照關係式 (122) 計算第 2 指標值 $F_2(i)$ (圖 4/STEP110)。

【0069】第 3 演算處理要素 130 (劣化度計算部)，根據第 1 指標值 $F_1(i)$ 及第 2 指標值 $F_2(i)$ ，例如依照關係式 (130) 計算二次電池 220 的劣化度 $D(i)$ (圖 4/STEP112)。

【0070】第 3 演算處理要素 130，產生因應於二次電池 220 的劣化度 $D(i)$ 之劣化診斷資訊 $\text{Inf}(D(i))$ (圖 4/STEP114)。藉由構成輸出要素 104 的送訊裝置，診斷資訊 $\text{Inf}(D(i))$ 由劣化狀態判定裝置 100 對對象機器 200 送訊 (圖 4/STEP116)。

【0071】於對象機器 200，構成輸入界面 202 的收訊裝

置接收劣化診斷資訊 $\text{Inf}(D(i))$ (圖 4/STEP222)。於構成輸出界面 204 的顯示裝置，被輸出顯示劣化診斷資訊 $\text{Inf}(D(i))$ (圖 4/STEP224)。藉此，例如圖 6 所示的，顯示二次電池 220 的劣化度 $D(i)$ 的圖像顯示以外，「電池的劣化度為 30%。建議在 150 日後進行交換。」之關於因應劣化度 $D(i)$ 的對應方法等的訊息被顯示於顯示裝置。

(效果)

【0072】根據本發明之劣化狀態判定裝置及劣化狀態判定方法，省略劣化狀態的判定對象其自身之二次電池 220 的初期時間點/初期期間的特性參數 p 的測定，如圖 5 及圖 7 所示那樣根據具有任意的起點及終點的本次期間 $t=t_1 \sim t_2$ 之特性參數 p 的測定結果，來判定二次電池 220 的劣化狀態。因此，可以謀求二次電池 220 的劣化狀態判定所需要的期間的縮短。

【0073】對此，根據前述先前技術的話，為了判定二次電池 220 的劣化狀態，如圖 8 所示那樣不僅一定期間 $t=t_{x1} \sim t_{x2}$ 之二次電池 220 的特性參數 $p=(V, I, T)$ 的測定值之本次時間序列，也有必要使用本次以前(例如初期狀態)的一定期間 $t=t_{01} \sim t_{02}$ 之二次電池 220 的特性參數 $p=(V, I, T)$ 的測定值之過去時間序列。

【0074】

(本發明之其他實施形態)

【0075】前述實施型態之二次電池 220 的劣化狀態判定方法，亦可針對構成一個或共通的二次電池模組(例如

電池)的同一規格的複數二次電池(電池胞)之各個來適用。

【0076】針對構成共通的二次電池模組之複數二次電池之各個，於相互不重複的複數期間之各個測定複數之特性參數 p 的本次測定值 $p(k)$ 亦可。如圖9所示，考慮構成二次電池模組的第1～第4二次電池之各個的特性參數 p (此處為作為第1特性參數 p_1 之電壓 V)變化的場合。此處為了4個特性參數 p 的曲線更容易看清，使該4條曲線於縱軸方向拉開顯示，並不意味著第1二次電池的第1特性參數 p_1 之值總是比其他二次電池之值常態性地更高。

【0077】在此場合，各二次電池的特性參數 p 的測定期間以相互不重複的方式控制。第 $\{\text{mod}(n,4)+1\}$ 之二次電池($n=1,2,3,4$)的特性參數 p 的測定期間的開始時間點，在第 n 個二次電池的特性參數 p 的測定期間的結束時間點之後。接著，依照前述程序，判定各二次電池的劣化狀態(參照圖4)。構成二次電池模組的二次電池的個數比4還要少的場合或比4還要多的場合也相同。

【0078】於前述其他實施型態，在構成一個二次電池模組的複數二次電池之中，亦可針對構成表示劣化狀態的劣化度 $D(i)$ 為特定值以上的劣化二次電池群的一個二次電池或者複數二次電池之各個，判定劣化狀態。亦即，構成二次電池模組的複數二次電池之中，劣化度比較高的二次電池比其他的二次電池優先判定劣化狀態。

【符號說明】

【 0079】

- 100：劣化狀態判定裝置
- 102：輸入要素
- 104：輸出要素
- 110：第1演算處理要素
- 112：第1初期特性模型參數記憶部
- 114：第2初期特性模型參數初期特性推定值計算部
- 116：第1特性參數初期特性推定值計算部
- 120：第2演算處理要素
- 121：第1指標值計算部
- 122：第2指標值計算部
- 130：第3演算處理要素(劣化度計算部)
- 200：對象機器
- 202：輸入界面
- 204：輸出界面
- 210：控制裝置
- 220：二次電池
- 222：感測器群

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】

一種劣化狀態判定裝置，具備由處理器構成的第1演算處理要素、第2演算處理要素及第3演算處理要素；

前述第1演算處理要素，根據被連接於二次電池的電壓感測器及電流感測器之分別的輸出，取得表示前述二次電池的特性之複數個作為特性參數之電壓(V)與電流(I)之分別的測定值，根據前述複數特性參數(V，I)之分別的判定對象時間點(k)之測定值的本次測定值(V(k)，I(k))，依照以前述複數特性參數(V，I)為主變數之與前述二次電池相同規格的參照二次電池的表示初期特性之初期特性模型的多變數函數(G)，作為前述初期特性模型的輸出，計算前述複數特性參數(V，I)之中比作為第1特性參數之電壓(V)的判定對象時間點(k)更早的初期時間點(0)之值作為初期特性推定值(V(0←k))；

前述第2演算處理要素，根據藉由前述第1演算處理要素取得的前述第1特性參數的測定值(V(k))，計算以前述第1特性參數(V)為主變數之指定函數(f)的值(f(V(k)))，計算橫跨包含前述判定對象時間點(k)的判定對象期間之指定函數(f)之值的累積值($\sum_k f(V(k))$)或者積分值作為表示前述二次電池的本次狀態之第1指標值(F₁)，而且，根據由前述第1演算處理要素計算的前述第1特性參數的初期特性推定值(V(0←k))，計算前述指定函數(f)之值(f(V(0←k)))，計算前述指定函數(f)之值(f(V(0←k)))的橫跨前述判定對象

期間之累積值($\sum_k f(V(0 \leftarrow k))$)或積分值作為表示前述二次電池的初期狀態的第2指標值(F_2)；

前述第3演算處理要素，依照由前述第2演算處理要素計算的前述第1指標值(F_1)及前述第2指標值(F_2)的偏差越大時，以前述二次電池的初期狀態為基準之劣化度越高之計算式，計算其劣化度(D)；

前述第1演算處理要素，針對構成一個二次電池模組的相同規格之複數二次電池之各個，藉由把相互不重複的複數判定對象期間所包含的判定對象時間點之各個的前述複數特性參數(V, I)之各個的本次測定值($V(k), I(k)$)，依照表示前述初期特性模型的多變數函數(G)，計算作為前述第1特性參數的電壓(V)之初期特性推定值 $V(0 \leftarrow k)$ ；

前述第2演算處理要素、針對前述複數二次電池之各個，根據前述第1特性參數(V)的測定值 $V(k)$ ，計算前述指定函數(f)的值之橫跨前述複數判定對象期間之各個的累積值($\sum_k f(V(k))$)或積分值作為前述第1指標值(F_1)，而且，根據由前述第1演算處理要素於前述複數判定對象期間之各個計算的前述第1特性參數的初期特性推定值($V(0 \leftarrow k)$)，計算前述指定函數(f)之值($f(V(0 \leftarrow k))$)的橫跨複數判定對象期間之各個的累積值($\sum_k f(V(0 \leftarrow k))$)或積分值作為前述第2指標值(F_2)；

前述第3演算處理要素，針對前述複數二次電池之各個，根據由前述第2演算處理要素計算的前述第1指標值(F_1)及前述第2指標值(F_2)，計算劣化度(D)。

【請求項 2】

如請求項 1 之劣化狀態判定裝置，其中

前述第 1 演算處理要素，針對前述複數二次電池之中，表示藉由前述第 3 演算處理要素計算的劣化度(D)在特定值以上之構成劣化二次電池群的一個二次電池或複數二次電池之各個，計算作為前述第 1 特性參數的電壓(V)之初期特性推定值 $V(0 \leftarrow k)$ ，

前述第 2 演算處理要素，針對構成前述劣化二次電池群的一個二次電池或複數二次電池之各個，計算前述第 1 指標值(F_1)，且計算前述第 2 指標值(F_2)，

前述第 3 演算處理要素，針對構成前述劣化二次電池群的一個二次電池或複數二次電池之各個，根據藉由前述第 2 演算處理要素計算的前述第 1 指標值(F_1)及前述第 2 指標值(F_2)，計算劣化度(D)。

【請求項 3】

一種劣化狀態判定裝置，具備由處理器構成的第 1 演算處理要素、第 2 演算處理要素及第 3 演算處理要素；

前述第 1 演算處理要素，根據被連接於二次電池的電壓感測器及電流感測器之分別的輸出，取得表示前述二次電池的特性之複數個作為特性參數之電壓(V)與電流(I)之分別的測定值，根據前述複數特性參數(V，I)之分別的判定對象時間點(k)之測定值的本次測定值($V(k)$ ， $I(k)$)，依照以前述複數特性參數(V，I)為主變數之與前述二次電池相同規格的參照二次電池的表示初期特性之初期特性模型

的多變數函數(G)，作為前述初期特性模型的輸出，計算前述複數特性參數(V ， I)之中比作為第1特性參數之電壓(V)的判定對象時間點(k)更早的初期時間點(0)之值作為初期特性推定值($V(0 \leftarrow k)$)；

前述第2演算處理要素，根據藉由前述第1演算處理要素取得的前述第1特性參數的測定值($V(k)$)，計算以前述第1特性參數(V)為主變數之指定函數(f)的值($f(V(k))$)，計算橫跨包含前述判定對象時間點(k)的判定對象期間之指定函數(f)之值的累積值($\sum_k f(V(k))$)或者積分值作為表示前述二次電池的本次狀態之第1指標值(F_1)，而且，根據由前述第1演算處理要素計算的前述第1特性參數的初期特性推定值($V(0 \leftarrow k)$)，計算前述指定函數(f)之值($f(V(0 \leftarrow k))$)，計算前述指定函數(f)之值($f(V(0 \leftarrow k))$)的橫跨前述判定對象期間之累積值($\sum_k f(V(0 \leftarrow k))$)或積分值作為表示前述二次電池的初期狀態的第2指標值(F_2)；

前述第3演算處理要素，依照由前述第2演算處理要素計算的前述第1指標值(F_1)及前述第2指標值(F_2)的偏差越大時，以前述二次電池的初期狀態為基準之劣化度越高之計算式，計算其劣化度(D)；

前述第1演算處理要素，根據前述複數特性參數之中至少一個特性參數之本次測定值($V(k)$ ， $I(k)$)，及決定前述參照二次電池的內電阻(r)的初期特性之第1初期特性模型參數($(\partial r / \partial V)_{V=V(k)}$ ， $(\partial r / \partial I)_{I=I(k)}$)，計算決定前述二次電池的內電阻(r)的初期特性之第2初期特性模型參數

$((\partial r/\partial V)_{V=V(0 \leftarrow k)}, (\partial r/\partial I)_{I=I(0 \leftarrow k)})$ ，根據作為與前述第 1 特性參數不同的第 2 特性參數之電流(I)的本次測定值 $I(k)$ ，與前述第 2 初期特性模型參數的本次計算值 $((\partial r/\partial V)_{V=V(0 \leftarrow k)}, (\partial r/\partial I)_{I=I(0 \leftarrow k)})$ ，計算作為前述第 1 特性參數的電壓(V)之本次初期特性推定值 $(V(0 \leftarrow k))$ ；

前述第 1 演算處理要素，除了根據作為第 2 特性參數的電流(I)之本次測定值 $(I(k))$ ，與前述第 2 初期特性模型參數之本次計算值 $((\partial r/\partial V)_{V=V(0 \leftarrow k)}, (\partial r/\partial I)_{I=I(0 \leftarrow k)})$ 以外，還根據作為前述第 2 特性參數的電流(I)的測定值為 0 的最後時間點亦即基準時間點(j)之作為前述第 1 特性參數的電壓(V)的測定值亦即基準測定值 $(V(j))$ ，計算作為前述第 1 特性參數的電壓(V)之本次初期特性推定值 $(V(0 \leftarrow k))$ ；

進而具備：由搭載前述二次電池的對象機器，接收前述複數特性參數之分別的測定值 $(V(k), I(k))$ 之輸入要素，以及把由前述第 3 演算處理要素計算的表示前述二次電池的劣化度(D)之劣化診斷資訊，對前述對象機器送訊之輸出要素。

【請求項 4】

如請求項 3 之劣化狀態判定裝置，其中

前述第 2 演算處理要素，根據前述第 1 特性參數(V)的測定值 $V(k)$ 計算前述指定函數(f)的值之橫跨由前述基準時間點(j)起經過指定期間為止的前述判定對象期間之累積值 $(\sum_k f(V(k)))$ 或積分值作為前述第 1 指標值 (F_1) ，而且，根據由前述第 1 演算處理要素於前述複數期間分別計算的前述

第 1 特性參數的初期特性推定值($V(0 \leftarrow k)$)，計算前述指定函數(f)之值($f(V(0 \leftarrow k))$)之橫跨由前述基準時間點(j)起經過指定期間為止的前述判定對象期間之累積值($\sum_k f(V(0 \leftarrow k))$)或積分值作為前述第 2 指標值(F_2)。

【請求項 5】

一種軟體伺服器，藉由對搭載前述二次電池的對象機器所具備的演算處理裝置下載劣化判定用軟體，而對前述演算處理裝置賦予作為請求項 1～4 之任一之劣化狀態判定裝置之機能。

【請求項 6】

一種劣化狀態判定方法，執行：

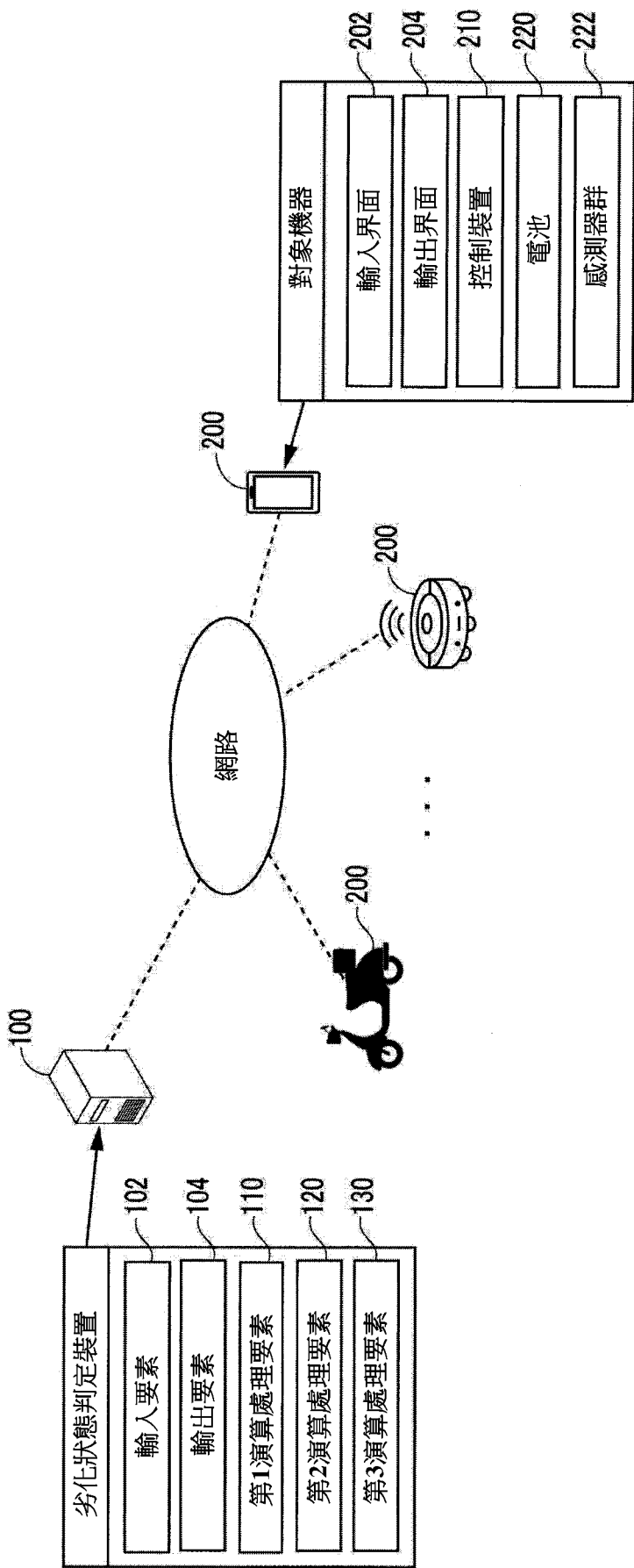
根據被連接於二次電池的電壓感測器及電流感測器之分別的輸出，取得表示前述二次電池的特性之複數個作為特性參數之電壓(V)與電流(I)之分別的測定值，根據前述複數特性參數(V, I)之分別的判定對象時間點(k)之測定值的本次測定值($V(k), I(k)$)，依照以前述複數特性參數(V, I)為主變數之與前述二次電池相同規格的參照二次電池的表示初期特性之初期特性模型的多變數函數(G)，作為前述初期特性模型的輸出，計算前述複數特性參數(V, I)之中比作為第 1 特性參數之電壓(V)的判定對象時間點(k)更早的初期時間點(0)之值作為初期特性推定值($V(0 \leftarrow k)$)的第 1 演算處理，

根據於前述第 1 演算處理取得的前述第 1 特性參數的測定值($V(k)$)，計算以前述第 1 特性參數(V)為主變數之指定

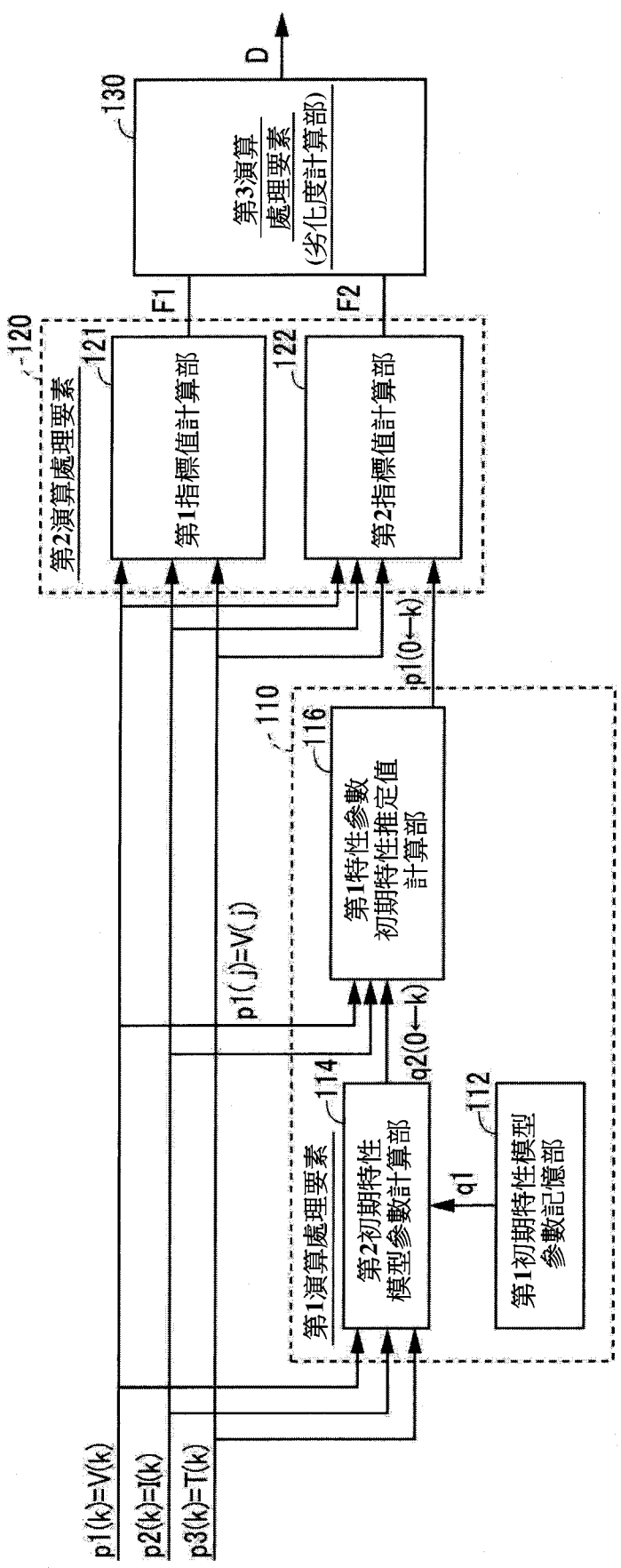
函數(f)的值($f(V(k))$), 計算橫跨包含前述判定對象時間點(k)的判定對象期間之指定函數之值的累積值($\sum_k f(V(k))$)或者積分值作為表示前述二次電池的本次狀態之第1指標值(F_1), 而且, 根據由前述第1演算處理要素計算的前述第1特性參數的初期特性推定值($V(0 \leftarrow k)$), 計算前述指定函數之值, 計算前述指定函數(f)之值($f(V(0 \leftarrow k))$)的橫跨前述判定對象期間之累積值($\sum_k f(V(0 \leftarrow k))$)或積分值作為表示前述二次電池的初期狀態的第2指標值(F_2)的第2演算處理, 以及

依照於前述第2演算處理被計算的前述第1指標值(F_1)及前述第2指標值(F_2)的偏差越大時, 以前述二次電池的初期狀態為基準之劣化度越高之計算式, 計算其劣化度(D)的第3演算處理。

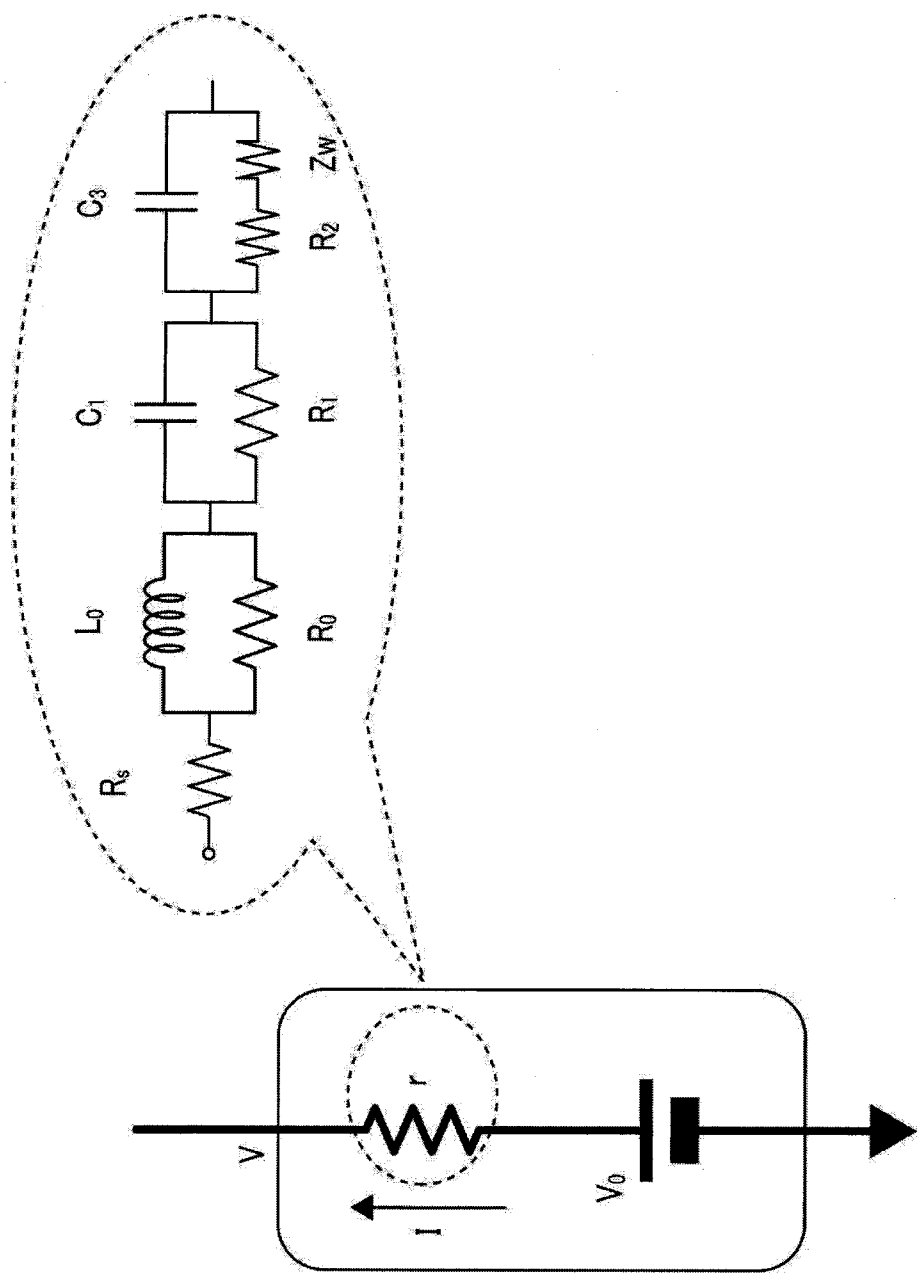
【發明圖式】



【圖1】



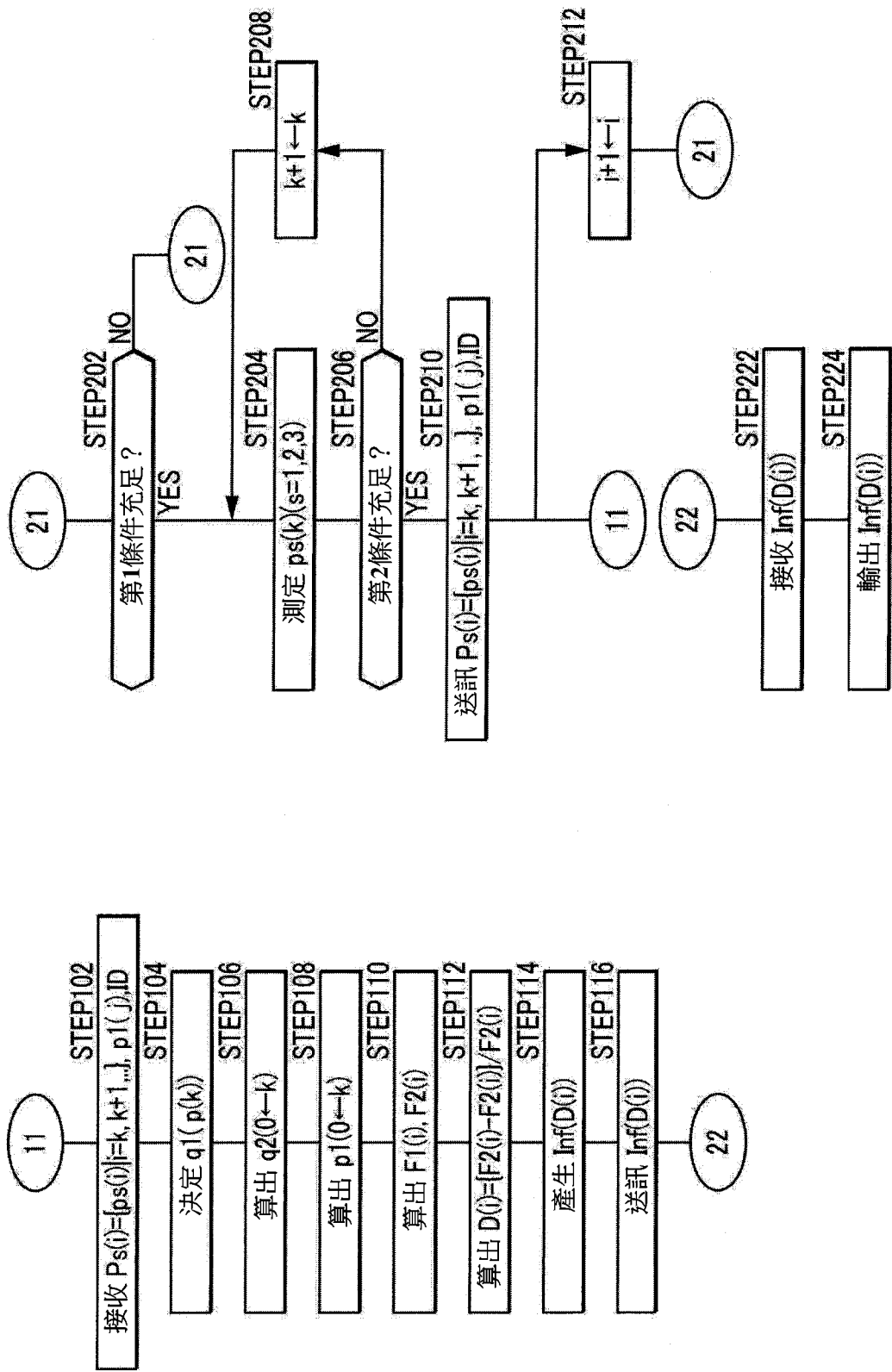
【圖 2】



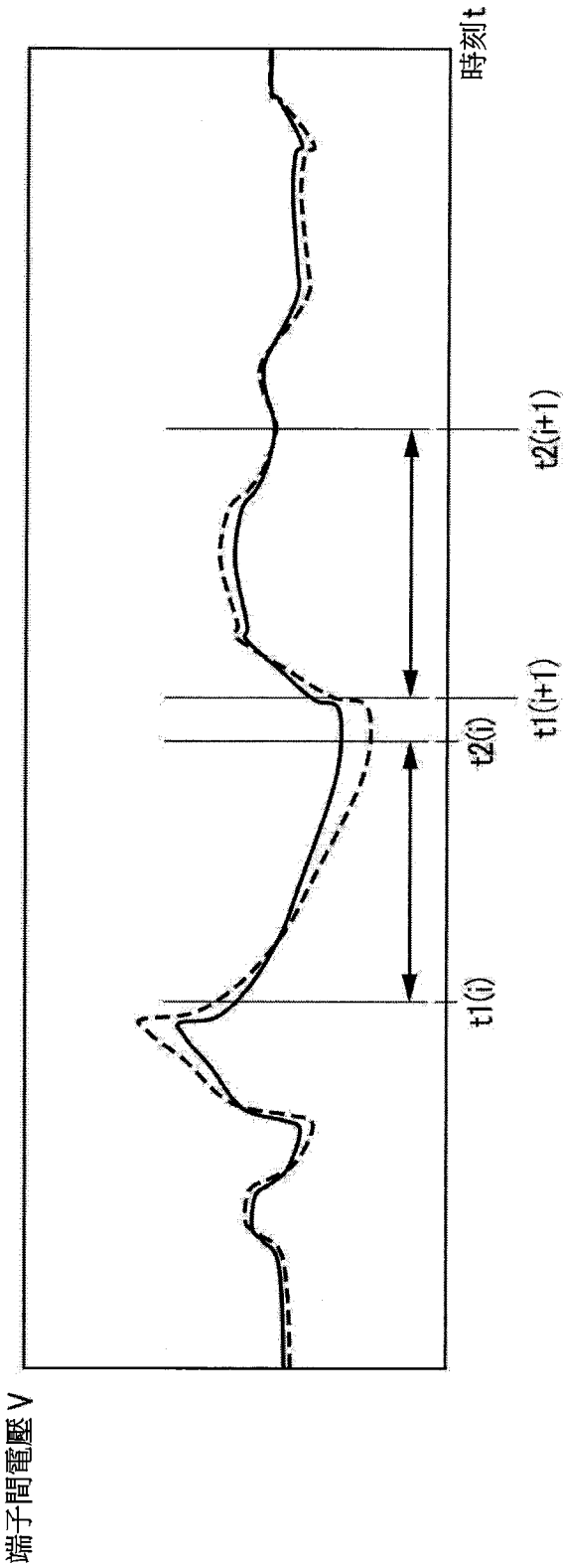
【圖 3】

劣化狀態判定裝置

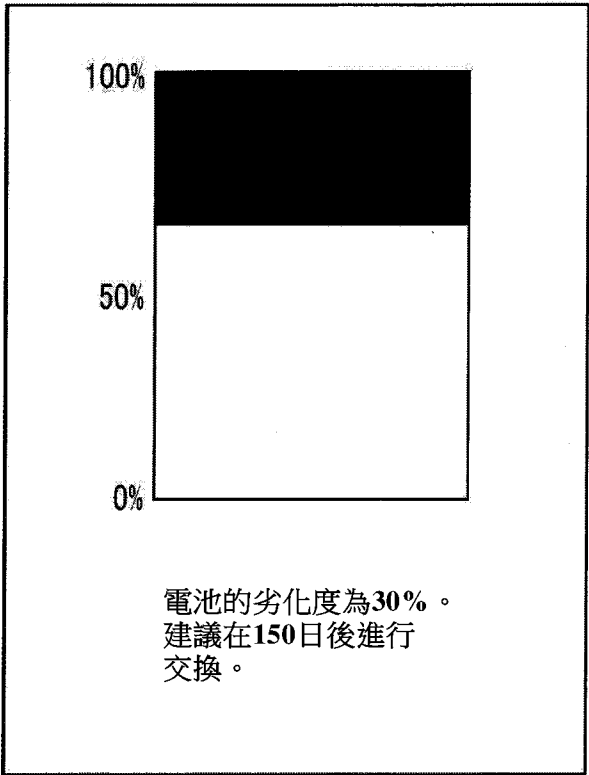
對象機器



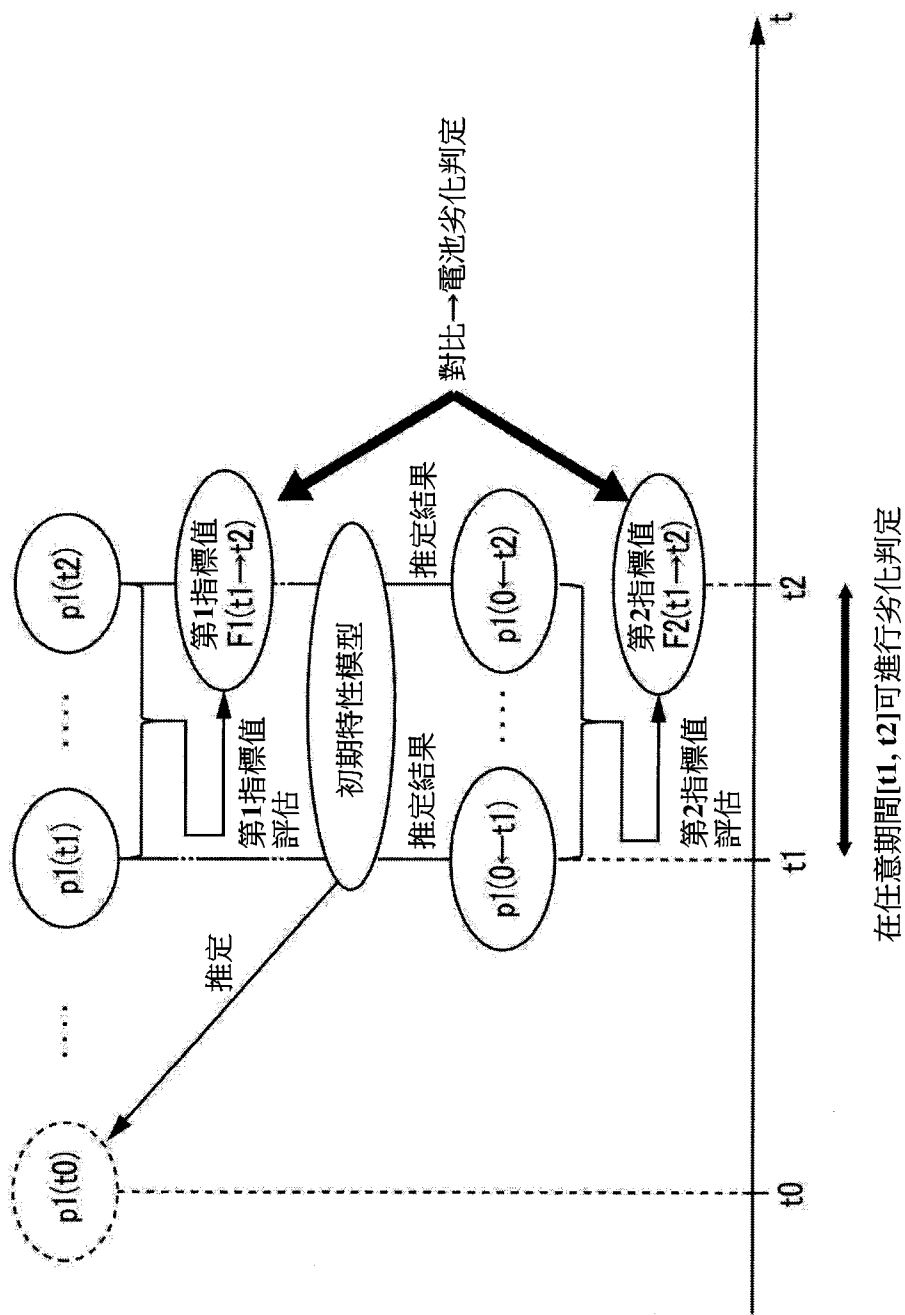
【圖 4】



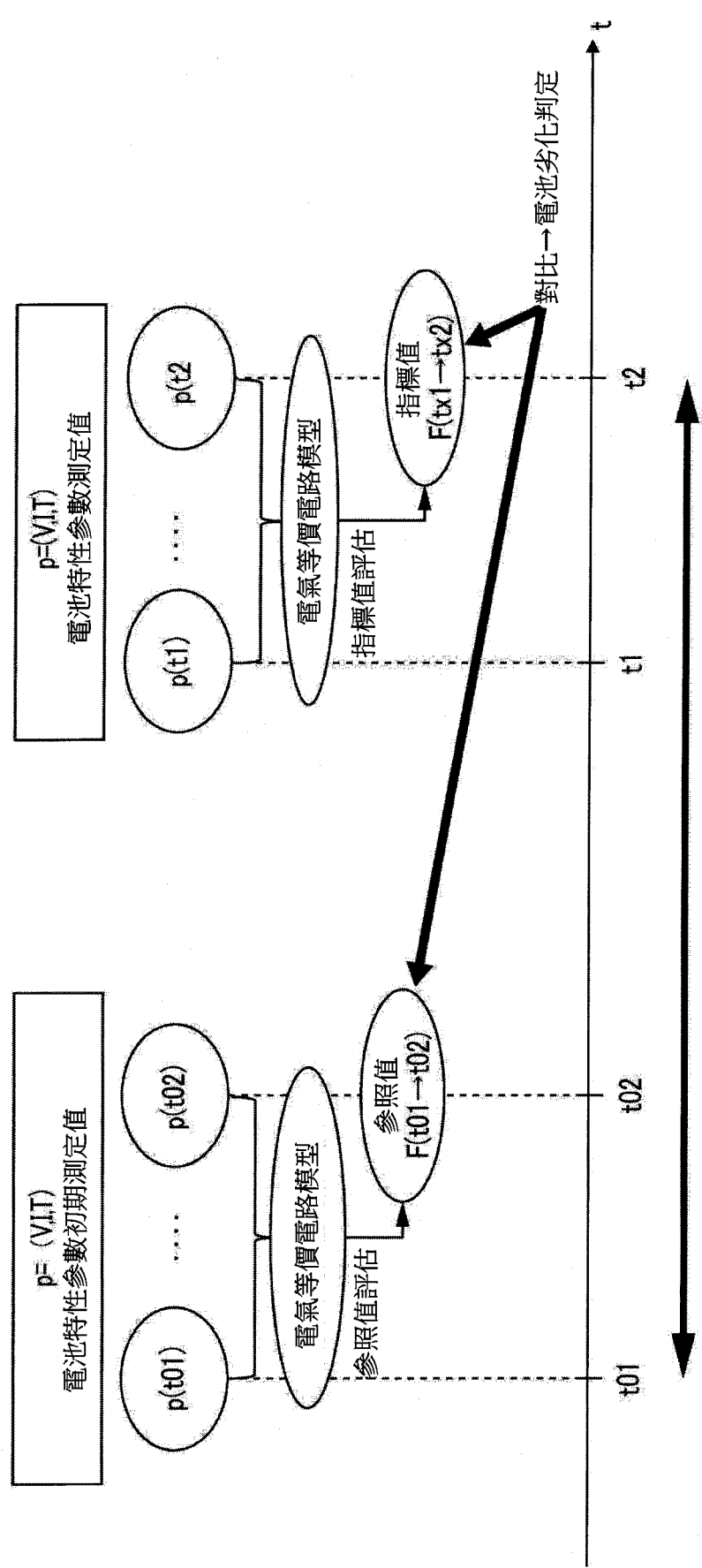
【圖 5】



【圖 6】

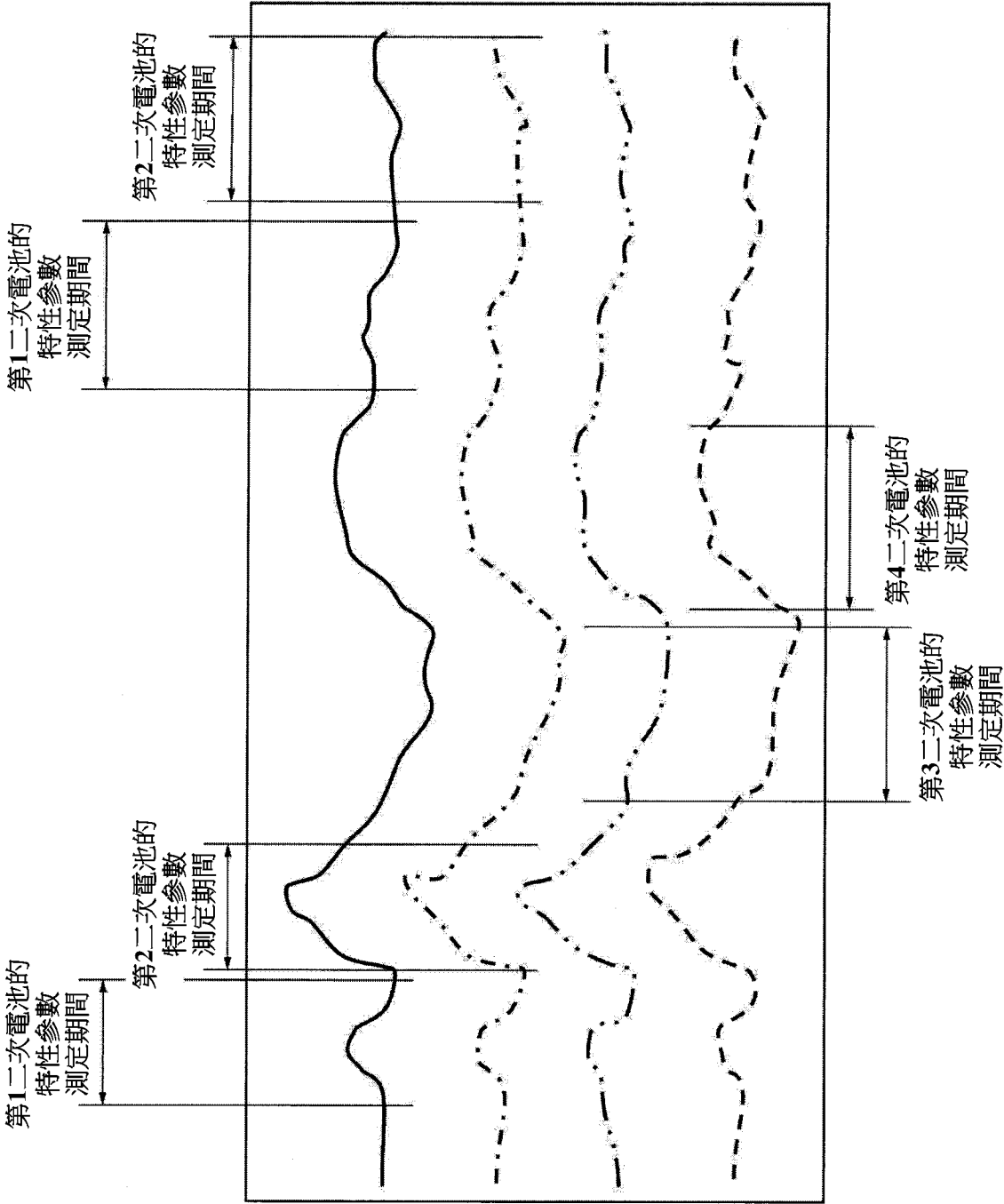


【圖 7】



在參照期間[t01, t02]的起點開始到指標期間[tx1, tx2]的終點為止之期間可進行劣化判定

【圖 8】



【圖 9】