



(21)申請案號：110111304

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 03 月 29 日

(51)Int. Cl. :

G01R27/02 (2006.01)

G01R27/20 (2006.01)

G01R31/36 (2020.01)

(30)優先權：2020/04/13日本2020-071765

(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) ； 丹野諭 TANNO, SATOSHI (JP) ； 庄司秀樹 SHOJI, HIDEKI (JP)

(74)代理人：林志剛

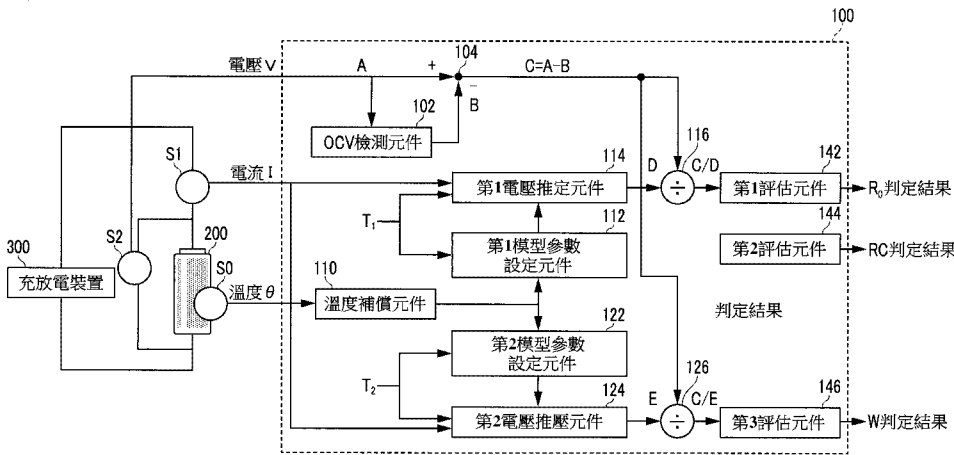
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：4 項 圖式數：5 共 29 頁

(54)名稱
二次電池檢查方法及二次電池檢查裝置

(57)摘要

提供可謀求二次電池的檢查為容易同時還可謀求檢查精度的提高之二次電池檢查裝置等。根據採樣週期 T ，驗證二次電池模型的模型參數之值。藉由二次電池模型，藉由 IIR 傳達函數及 FIR 傳達函數表現二次電池(200)的內電阻之阻抗。對模型參數之值被驗證的二次電池模型亦即指定模型推定脈衝電流 $I(t)$ 被輸入時由該指定模型輸出的作為電壓的變化態樣之模型輸出電壓。根據脈衝電流 $I(t)$ 流入二次電池(200)時之該二次電池(200)的電壓的量測結果，與指定模型輸出電壓，評估因應於採樣週期 T 的二次電池(200)的性能。

指定代表圖：



【圖 1】

- 符號簡單說明：
- 100:二次電池檢查裝置
 - 102:OCV 檢測元件(電壓認識元件)
 - 104:減算器
 - 110:溫度補償元件
 - 112:第 1 模型參數設定元件
 - 114:第 1 電壓推定元件
 - 116:第 1 除算元件
 - 122:第 2 模型參數設定元件
 - 124:第 2 電壓推定元件

126:第 2 除算元件

142:第 1 評估元件

144:第 2 評估元件

146:第 3 評估元件

200:二次電池

300:充放電裝置

I:電流

S1:電流感測器

S2:電壓感測器

S0:溫度感測器

T₁:第 1 採樣週期

T₂:第 2 採樣週期

V:電壓

θ :溫度



202201019

【發明摘要】

【中文發明名稱】

二次電池檢查方法及二次電池檢查裝置

【中文】

提供可謀求二次電池的檢查為容易同時還可謀求檢查精度的提高之二次電池檢查裝置等。根據採樣週期 T ，驗證二次電池模型的模型參數之值。藉由二次電池模型，藉由IIR傳達函數及FIR傳達函數表現二次電池(200)的內電阻之阻抗。對模型參數之值被驗證的二次電池模型亦即指定模型推定脈衝電流 $I(t)$ 被輸入時由該指定模型輸出的作為電壓的變化態樣之模型輸出電壓。根據脈衝電流 $I(t)$ 流入二次電池(200)時之該二次電池(200)的電壓的量測結果，與指定模型輸出電壓，評估因應於採樣週期 T 的二次電池(200)的性能。

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

100:二次電池檢查裝置

102:OCV檢測元件(電壓認識元件)

104:減算器

110:溫度補償元件

112:第1模型參數設定元件

114:第1電壓推定元件

116:第1除算元件

122:第2模型參數設定元件

124:第2電壓推定元件

126:第2除算元件

142:第1評估元件

144:第2評估元件

146:第3評估元件

200:二次電池

300:充放電裝置

I:電流

S1:電流感測器

S2:電壓感測器

S0:溫度感測器

T₁:第1採樣週期

T₂:第2採樣週期

V:電壓

θ:溫度

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

二次電池檢查方法及二次電池檢查裝置

【技術領域】

【0001】本發明係關於檢查鋰離子電池等二次電池的技術。

【先前技術】

【0002】作為檢查二次電池的內部狀態的方法，有基於頻率應答分析法(FRA：Frequency Response Analysis)之AC阻抗解析法為眾所周知，確立了適用等價電路的模型，分解為多個時間常數要素以解釋種種的反應二次電池的內部的方法。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】[專利文獻1]日本特許第5924617號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0004】但是，為了AC阻抗解析，必須要進行10kHz程度的高頻區域至10mHz～100mHz程度的低頻區域為止的多點量測。因此，二次電池的檢查要花費長時間。此外，

必須要專用的量測裝置，所以在量產線上等以短的生產節拍時間為前提的場合是難以實用的。二次電池的量產出貨檢查或製品入庫檢查時需要短時間且具有某種程度的精度的檢查機，因為電池隨著其動作狀態(電壓(SOC)、動作電流、電池溫度)等而使特性改變，所以必須把條件設定為固定條件再進行檢查，期待著再現性佳的檢查裝置。在量產線上等是由統計上的母集團分布來設定良否的判斷基準，但僅在固定化檢查條件的場合是可能的，幾乎沒有可以簡單判斷售出至市場的二次電池是否良好的方法。

【0005】在此，本發明的目的在於提供可謀求二次電池的檢查為容易同時還可謀求檢查精度的提高之二次電池檢查裝置等。

[供解決課題之手段]

【0006】相關於本發明之二次電池檢查裝置，具備：認識在脈衝電流流入二次電池時之前述二次電池的電壓的量測結果之電壓認識元件，根據採樣週期，藉由分別表示IIR系統及FIR系統的傳達函數驗證表現前述二次電池的內電阻的阻抗之二次電池模型的模型參數之值之模型參數設定元件，對藉由前述模型參數設定元件驗證前述模型參數之值之前述二次電池模型亦即指定模型推定前述脈衝電流被輸入時由前述指定模型輸出的作為電壓變化態樣之模型輸出電壓之電壓推定元件，根據藉由前述電壓認識元件認識之前述二次電池的電壓量測結果，與藉由前述電壓推定

元件推定的前述指定模型輸出電壓，評估因應於前述採樣週期的前述二次電池的性能之評估元件。

【0007】前述模型參數設定元件，根據複數採樣週期之各個，個別地驗證前述模型參數之值，前述電壓推定元件，對藉由前述模型參數設定元件驗證前述模型參數之值的個別的前述二次電池模型亦即複數之前述指定模型，推定前述脈衝電流被輸入時由前述複數指定模型分別輸出的作為電壓變化態樣之複數模型輸出電壓，前述評估元件，根據各個藉由前述電壓認識元件認識的前述二次電池的電壓量測結果，與藉由前述電壓推定元件推定的前述複數指定模型輸出電壓，評估因應於前述複數採樣週期之各個的前述二次電池之複數性能之各個為較佳。

【0008】前述二次電池檢查裝置，以進而具備認識前述二次電池的溫度的量測結果之溫度補償元件，前述模型參數設定元件，根據藉由前述溫度補償元件認識的前述二次電池的溫度的量測結果，補正前述模型參數之值為較佳。

【圖式簡單說明】

【0009】

[圖1]係關於作為本發明之一實施型態之二次電池檢查裝置的構成之說明圖。

[圖2A]係二次電池的內電阻的等價電路之第1例示圖。

[圖 2B]係二次電池的內電阻的等價電路之第 2 例示圖。

[圖 2C]係二次電池的內電阻的等價電路之第 3 例示圖。

[圖 2D]係二次電池的內電阻的等價電路之第 4 例示圖。

[圖 3A]係表示二次電池的連接電阻成分 R_0 的傳達函數之圖。

[圖 3B]係表示由電荷移動電阻 R_i 及電容 C_i 所構成的第 i RC 並聯電路之 IIR 傳達函數之圖。

[圖 3C]係表示電感成分 L 之 IIR 傳達函數之圖。

[圖 3D]係表示華堡阻抗 W_0 的 FIR 傳達函數之圖。

[圖 4]係關於二次電池的奈奎斯特圖之說明圖。

[圖 5A]係關於因應第 1 採樣週期的第 1 評估指數之說明圖。

[圖 5B]係關於因應第 1 採樣週期的第 2 評估指數之說明圖。

[圖 5C]係關於因應第 2 採樣週期的第 3 評估指數之說明圖。

【實施方式】

【0010】

(二次電池檢查裝置的構成)

作為圖 1 所示的本發明之一實施型態之二次電池檢查

裝置100，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。於記憶體或者與此不同個之記憶裝置，除了供定義二次電池模型之用的參數等種種資料以外，還記憶保持著程式(軟體)。例如，供識別二次電池或者被搭載此之對象機元件的種類(依照規格及標準特定)之用的複數識別子之各個，與複數二次電池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，執行後述之演算處理或任務。

【0011】二次電池檢查裝置100，係具備：OCV檢測元件102，減算元件104，溫度補償元件110，第1採樣週期輸出元件111，第1模型參數設定元件112，第1電壓推定元件114，第1除算元件116，第2採樣週期輸出元件121，第2模型參數設定元件122，第2電壓推定元件124，第2除算元件126，第1評估元件142，第2評估元件144，與第3評估元件146。

【0012】

(二次二次電池模型)

二次電池模型，是表示電流 $I(t)$ 被輸入二次電池200時由該二次電池200輸出的電壓 $V(t)$ 之模型。使用二次電池200的開放電壓OCV及內電阻的傳達函數 $H(t)$ 由關係式(01)定義。

【0013】

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

【0014】使用二次電池的內電阻的等價電路模型的傳達函數 $H(t)$ 由關係式 (02) 定義。

【0015】

[數式 1]

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

【0016】「 $H_0(t)$ 」、「 $H_i(t)$ 」、「 $H_w(t)$ 」及「 $H_L(t)$ 」，係由表示二次電池的內電阻的特性之參數定義。

【0017】圖 2A 係顯示二次電池 200 的內電阻的等價電路之一例。此例中，內電阻的等價電路，係藉由連接電阻成分 R_0 ，由電荷移動電阻 R_i 及電容 C_i 所構成之第 i RC 並聯電路 ($i=1, 2, \cdots, m$)，華堡阻抗 W_0 ，以及線圈 L 串聯電路定義。圖 2A 中，被串聯連接的 RC 並聯電路之數 m 為「4」。如圖 2B 所示，被串聯連接的 RC 並聯電路之數 m 可以比 4 要小，亦可比 4 要大。如圖 2C 及圖 2D 之各個所示，電阻 W_0 可以在至少任 1 個 RC 並聯電路 (例如第 1 RC 並聯電路) 中與電阻 R 串聯連接。電容 C 可以置換為 CPE (Constant Phase Element)。線圈 L 可以省略。

【0018】電阻 R_0 的傳達函數 $H_0(z)$ 由關係式 (10) 定義。圖 5A 係表示電阻 R_0 的傳達函數 $H_0(z)$ 之方塊圖。

【0019】

$$H_0(z) = R_0 \quad \cdots (10)。$$

【0020】 R_0 對溫度 θ 之依存性，係根據不同的溫度 θ 的各個之基準二次電池的奈奎斯特圖的實測結果 (參照圖 4)，依照關係式 (10) 而預先求出。亦即，定義電阻 R_0 的傳

達函數 $H_0(z)$ 之係數 R_0 ，被定義作為以溫度 θ 為主變數之因變數或函數。

【0021】第 i RC 並聯電路的傳達函數 $H_i(z)$ 係作為 IIR(Infinite Impulse Response)系統(無限脈衝應答系統)的傳達函數而由關係式(20)定義。圖 5B 係表示第 i RC 並聯電路的傳達函數 $H_i(z)$ 之方塊圖。

【0022】

$$H_i(z) = (b_0 + b_i z^{-1}) / (1 + a_i z^{-1}) \quad \cdots (20)。$$

【0023】在 s 區域中第 i RC 並聯電路的傳達函數 $H_i(s)$ 係藉由關係式(21)表示。

【0024】

$$H_i(s) = R_i / (1 + \tau_i s) \quad (\text{此處、}\tau_i = 1/R_i C_i) \quad \cdots (21)。$$

【0025】當傳達函數 $H_i(s)$ 雙一次變換時($s \rightarrow (2/T)(1-z^{-1})/(1+z^{-1})$ (T 為採樣週期))，在 z 區域中第 i RC 並聯電路的傳達函數 $H_i(z)$ 係藉由關係式(22)表示。

【0026】

$$H_i(z) = \{R_i / (1 + 2\tau_i/T) + R_i / (1 + 2\tau_i/T) z^{-1}\} / \{1 + (1 - 2\tau_i/T) / (1 + 2\tau_i/T) z^{-1}\} \quad \cdots (22)。$$

【0027】將關係式(20)及(22)進行對比時，IIR 傳達函數的係數 b_0 、 b_i 及 a_i 之各個分別藉由關係式(221)~(223)定義。

【0028】

$$b_0 = R_i / (1 + 2\tau_i/T) \quad \cdots (221)。$$

【0029】

$$b_i = R_i / (1 + 2 \tau_i / T) \quad \cdots (222)。$$

【0030】

$$a_i = - \{ 1 + (1 - 2 \tau_i / T) / (1 + 2 \tau_i / T) \} \quad \cdots (223)。$$

【0031】 R_i 及 C_i 對溫度 θ 之依存性，係根據不同的溫度 θ 的各個之基準二次電池的奈奎斯特圖的實測結果(參照圖4)，依照關係式(21)而預先求出。亦即，定義第 i RC 並聯電路的傳達函數 $H_i(z)$ 之係數 b_0 、 b_i 及 a_i 之各個，被定義作為以溫度 θ 及採樣頻率 T 為主變數之因變數或多變數函數。

【0032】 線圈 L 的傳達函數 $H_L(z)$ 係作為 IIR 系統的傳達函數而由關係式(30)定義。圖5C係表示線圈 L 的傳達函數 $H_L(z)$ 之方塊圖。

【0033】

$$H_L(z) = (2 L_0 / T) (1 - z^{-1}) / (1 + z^{-1}) \quad \cdots (30)。$$

【0034】 在 s 區域中線圈 L 的傳達函數 $H_L(s)$ 係藉由關係式(31)表示。

【0035】

$$H_L(s) = s L_0 \quad \cdots (31)。$$

【0036】 當傳達函數 $H_L(s)$ 雙一次變換時，在 z 區域，線圈 L 的傳達函數 $H_L(z)$ 係藉由關係式(32)表示。

【0037】

$$H_L(z) = \{ 2 L_0 / T - 2 L_0 / T z^{-1} \} / (1 + z^{-1}) \quad \cdots (32)。$$

【0038】 將關係式(30)及(32)進行對比時，IIR 傳達函數的係數 b_0 、 b_i 及 a_i 之各個分別藉由關係式(321)～(323)定

義。

【 0039】

$$b_0 = 2 L_0 / T \quad \cdots (321)。$$

【 0040】

$$b_i = -2 L_0 / T \quad \cdots (322)。$$

【 0041】

$$a_i = -1 \quad \cdots (323)。$$

【 0042】 L_0 對溫度 θ 之依存性，係根據不同的溫度 θ 的各個之基準二次電池的奈奎斯特圖的實測結果(參照圖4)，依照關係式(31)而預先求出。亦即，定義線圈 L 的傳達函數 $H_L(z)$ 之係數 b_0 及 b_i 之各個，被定義作為以溫度 θ 及採樣頻率 T 為主變數之因變數或多變數函數。

【 0043】 華堡阻抗 W_0 的傳達函數 $H_W(z)$ 係作為FIR(Finite Impulse Response)系統(有限脈衝應答系統)的傳達函數而由關係式(40)定義。圖5D係表示華堡阻抗 W_0 的傳達函數 $H_W(z)$ 之方塊圖。

【 0044】

[數式2]

$$H_W(z) = \sum_{k=0}^n h_k z^{-k} \quad \cdots (40)。$$

【 0045】 在 s 區域中華堡阻抗 W_0 的傳達函數 $H_W(s)$ 係藉由關係式(41)表示。

【 0046】

$$H_W(s) = R_W \tanh(s T_W)^p / (s T_W)^p \quad \cdots (41)。$$

【 0047】 當傳達函數 $H_L(s)$ 雙一次變換時，在 z 區域，

華堡阻抗 W_0 的傳達函數 $H_W(z)$ 係藉由關係式 (42) 表示。

【0048】

$$H_W(z) = R_W \tanh \left[\left(2 T_W / T \right) \left(1 - z^{-1} \right) / \left(1 + z^{-1} \right) \right]^p \\ / \left\{ \left(2 T_W / T \right) \left(1 - z^{-1} \right) / \left(1 + z^{-1} \right) \right\}^p \cdots (42)$$

【0049】然而，藉由將關係式 (40) 及 (42) 進行對比，要求出 IIR 傳達函數的係數 b_0 、 b_i 及 a_i 之各個是困難的。在此， R_W 、 T_W 及 p 對溫度 θ 之依存性，係根據不同的溫度 θ 的各個之基準二次電池的奈奎斯特圖的實測結果 (參照圖 4)，依照關係式 (41) 而求出。再者，對關係式 (42) 進行逆 FFT 變換，作為延遲要素 z_k ($k=0 \sim n$ ，此處， n 係例如數 10 $\sim$ 1000 程度) 的係數被抽出，並將華堡阻抗 W_0 的傳達函數 $H_W(z)$ 以關係式 (05) 的方式近似地定義為 FIR 傳達函數。這是因為華堡阻抗 W_0 的影響反映於奈奎斯特圖中的低頻側。亦即，定義華堡阻抗 W_0 的傳達函數 $H_W(z)$ 之係數 h_k 之各個，被定義作為以溫度 θ 及採樣頻率 T 為主變數之因變數或多變數函數。

【0050】圖 4 係表示二次電池 200 的複變阻抗 Z 的實測結果之奈奎斯特圖之一例，同時顯示該圖的近似曲線。橫軸為複變阻抗 Z 的實部 $\text{Re}Z$ ，縱軸為複變阻抗 Z 的虛部 $-\text{Im}Z$ 。表示於 $-\text{Im}Z > 0$ 的區域中 $\text{Re}Z$ 愈大頻率的複變阻抗 Z 愈低。

【0051】於 $-\text{Im}Z = 0$ 之 $\text{Re}Z$ 的值 (圖 4 (第 1 評估區間)) 係相當於二次電極 200 的連接電阻成分 R_0 (參照圖 5A)。圖 4 中以單點虛線所包圍的 $-\text{Im}Z < 0$ 的區域之部分 (第 1 評估區間)，係相當於二次電池 200 的電極等的配線電感 L_0 的阻抗

(參照圖 5B)。圖 4 中以二點虛線所包圍的 $-\text{Im}Z > 0$ 的區域之倒塌的半圓形狀部分(第 2 評估區間)，係相當於二次電池 200 電極界面的反應電阻與電雙層(第 1~第 m RC 並聯電路的阻抗)(參照圖 5C)。有隨二次電池 200 的溫度 T 愈高而該半徑愈小之傾向。圖 4 中以虛線所包圍的 $\text{Im}Z > 0$ 的區域之低頻率區域在以約 45° 立起的略直線狀部分(第 3 評估區間)，係反映二次電池 200 的華堡阻抗 W_0 的影響(參照圖 5D)。

【0052】在求出圖 4 以實線所示的藉由奈奎斯特圖表示的二次電池的複變阻抗 Z 的近似曲線時，可在依照關係式(02)定義二次電池的內電阻的等價電路模型的傳達函數 $H(t)$ 之假定下求出。藉此，在各溫度 θ 下，求出參數 R_0 (參照關係式(10))、 R_i 及 C_i (參照關係式(21))、 L_0 (參照關係式(31))、以及 R_w 、 T_w 及 p (參照關係式(41))之值。藉由開放電壓 OCV 的測定值驗證二次電池模型之開放電壓 OCV 之值(參照關係式(01))。接著，由該參數之值二次電池模型確立各種種類的二次電池 200。

【0053】

(二次電池檢查方法)

說明藉由前述構成的二次電池檢查裝置 100 執行的二次電池 200 的檢查方法。

【0054】藉由電流感測器 $S1$ 、電壓感測器 $S2$ 及溫度感測器 $S0$ 之各個，量測脈衝電流 $I(t)$ 藉由充放電裝置 300 流到成為檢查對象的二次電池 200 時之、該二次電池 200 的脈衝電流 $I(t)$ 、電壓 $V(t)$ 及溫度 $\theta(t)$ 。

【0055】二次電池200的溫度 $\theta(t)$ 的量測結果會被輸入溫度補償元件110，且藉由溫度補償元件110輸出因應於該量測結果的溫度補正模型參數。具體而言，求出參數 R_0 (參照關係式(10))、 R_i 及 C_i (參照關係式(21))、 L_0 (參照關係式(31))、以及 R_w 及 T_w (參照關係式(41))之因應於溫度 θ 之值 $R_0(\theta)$ 、 $R_i(\theta)$ 、 $C_i(\theta)$ 、 $L_0(\theta)$ 、 $R_w(\theta)$ 、 $T_w(\theta)$ 及 $p(\theta)$ 。這些模型參數係可以藉著由二次電池的量產品中求出作為良品的母集團的平均值來作為良否的判斷基準模型。

【0056】溫度補正模型參數是由溫度補償元件110被輸入第1模型參數設定元件112，並藉由第1模型參數設定元件112，因應於第1採樣週期 T_1 ，且根據溫度補正模型參數 $R_i(\theta)$ 及 $C_i(\theta)$ 而求出IIR模型參數 $b_0(\theta, T_1)$ 、 $b_i(\theta, T_1)$ 及 $a_i(\theta, T_1)$ (參照關係式(221)~(223))。藉由第1模型參數設定元件112，因應於第1採樣週期 T_1 ，且根據溫度補正模型參數 $L_0(\theta)$ 而求出IIR模型參數 $b_0(\theta, T_1)$ 、 $b_i(\theta, T_1)$ 及 $a_i(\theta, T_1)$ (參照關係式(321)~(323))。藉由第1模型參數設定元件112，因應於第1採樣週期 T_1 ，且根據溫度補正模型參數 $R_w(\theta, T_1)$ 、 $T_w(\theta, T_1)$ 及 $p(\theta, T_1)$ 而求出FIR模型參數 $h_k(\theta, T_1)$ (參照關係式(40))。

【0057】藉由第1電壓推定元件114，根據二次電池200的脈衝電流 $I(t)$ 的量測結果，且依照因應於短週期(例如10ms程度)的第1採樣週期 T_1 之由傳達函數 $H(t)$ 定義之二次電池模型，推測二次電池200的電壓 $V(t)$ (參照關係式(1))。於圖5A及圖5B之各個，以實線表示二次電池200的

放電時電壓 V 的量測值，以虛線表示每個第 1 採樣週期 T_1 的二次電池 200 的 OCV 量測值之近似曲線，並且以單點虛線表示藉由第 1 電壓推定元件 114 之對每個第 1 採樣週期 T_1 的二次電池 200 的電壓 $V(t)$ 的推定結果之近似曲線。二次電池模型並未考慮開放電壓 OCV，因而以 OCV 作為基準進行推測藉由第 1 電壓推定元件 114 之對每個第 1 採樣週期 T_1 之二次電池 200 的電壓 $V(t)$ 的推定結果 D (參照圖 5A、圖 5B/向下箭頭 D)。

【0058】溫度補正模型參數是由溫度補償元件 110 被輸入第 2 模型參數設定元件 122，並藉由第 2 模型參數設定元件 122，因應於第 2 採樣週期 T_2 ，且根據溫度補正模型參數 $R_i(\theta)$ 及 $C_i(\theta)$ 而求出 IIR 模型參數 $b_0(\theta, T_2)$ 、 $b_i(\theta, T_2)$ 及 $a_i(\theta, T_2)$ (參照關係式 (221) ~ (223))。藉由第 1 模型參數設定元件 112，因應於第 2 採樣週期 T_2 ，且根據溫度補正模型參數 $L_0(\theta)$ 而求出 IIR 模型參數 $b_0(\theta, T_2)$ 、 $b_i(\theta, T_2)$ 及 $a_i(\theta, T_2)$ (參照關係式 (321) ~ (323))。藉由第 1 模型參數設定元件 112，因應於第 2 採樣週期 T_2 ，且根據溫度補正模型參數 $R_w(\theta, T_2)$ 、 $T_w(\theta, T_2)$ 及 $p(\theta, T_2)$ 而求出 FIR 模型參數 $h_k(\theta, T_2)$ (參照關係式 (40))。

【0059】藉由第 2 電壓推定元件 124，根據二次電池 200 的脈衝電流 $I(t)$ 的量測結果，且依照因應於長週期 (例如 1s 程度) 的第 2 採樣週期 T_2 之由傳達函數 $H(t)$ 定義之二次電池模型，推測二次電池 200 的電壓 $V(t)$ (參照關係式 (1))。於圖 5C，以實線表示二次電池 200 的放電時電壓 V 的

量測值，以虛線表示每個第2採樣週期 T_2 的二次電池200的OCV量測值之近似曲線，並且以單點虛線表示藉由第2電壓推定元件124之對每個第1採樣週期 T_1 的二次電池200的電壓 $V(t)$ 的推定結果之近似曲線。二次電池模型並未考慮開放電壓OCV，因而以OCV作為基準進行推測藉由第2電壓推定元件124之二次電池200的電壓 $V(t)$ 的推定結果E(參照圖圖5C/向下箭頭E)。

【0060】二次電池200的電壓 $V(t)$ 會被輸入二次電池檢查裝置100，且根據該輸入A，藉由OCV檢測元件102進行檢測二次電池200的開放電壓OCV(t)。藉由減算元件104，將輸入 $A=V(t)$ 與OCV檢測元件102的輸出 $B=OCV(t)$ 之差 $C=A-B$ 進行輸出。差C係於圖5A、圖5B及圖5C之各個中以向下箭頭C表示，代表二次電池200的放電時電壓V的量測值(實線)及OCV的量測值(虛線)之差。

【0061】對除算元件116由減算元件104將差C輸入，並且由第1電壓推定元件114將二次電池200的電壓 $V(t)$ 的推定結果D輸入，算定兩輸入之比 C/D 。

【0062】在脈衝電流 $I(t)$ 由除算元件116開始流動後的第1期間(參照圖5A/以虛線包圍的區域)之各時點的 C/D 被輸入第1評估元件142，藉由第1評估元件142並根據該輸入的平均值、分散值、偏差值、或最大值及最小值的中間值等統計的指標值而在第1評估區間進行評估電池200的連接電阻成分 R_0 及電感元件 L_0 。此處，由於 L_0 的貢獻只在虛軸上的阻抗，不對電阻值有所貢獻因而最終評估的成分僅為

R_0 。評估 C/D 愈接近 1，二次電池 200 的連接電阻成分 R_0 與當初的狀態或良品母集團相比較的變化就愈小。

【0063】在脈衝電流 $I(t)$ 由除算元件 116 開始流動經過第 1 期間之後開始的比該第 1 期間還長的第 2 期間(參照圖 5B/以虛線包圍的區域)之各時點的 C/D 被輸入第 2 評估元件 144，藉由第 2 評估元件 144 且根據該輸入的統計的指標值而在第 2 評估區間進行評估二次電池 200 之在電極界面的反應電阻與電雙層(第 1~第 m 個 RC 並聯電路的阻抗)。評估 C/D 愈接近 1，二次電池 200 之在電極界面的反應電阻與電雙層(第 1~第 m 個 RC 並聯電路的阻抗)與當初的狀態或良品母集團相比之變化愈小。藉著在 C/D 的算定值設定容許水準而可以判定良否。

【0064】對除算元件 126 由減算元件 104 將差 C 輸入，並且由第 2 電壓推定元件 124 將二次電池 200 的電壓 $V(t)$ 的推定結果 E 輸入，算定兩輸入之比 C/E 。

【0065】在脈衝電流 $I(t)$ 由除算元件 126 開始流動經過第 1 期間之後開始的比第 2 期間還長的第 3 期間(參照圖 5C/以虛線包圍的區域)之各時點的 C/E 輸入第 1 評估元件 142，藉由第 3 評估元件 143 並根據該輸入的統計的指標值而在第 3 評估區間進行評估二次電池 200 的華堡阻抗 W_0 。評估 C/E 愈接近 1，二次電池 200 之華堡阻抗 W_0 與當初的狀態或良品母集團相比之變化愈小。藉著在 C/E 的算定值設定容許水準而可以判定良否。

【0066】藉由第 1 評估元件 142、第 2 評估元件 144 及第

3評估元件146之各個之評價結果，被輸出至以有線或無線與二次電池裝置100連結之輸出介面。

【0067】第1評估元件142、第2評估元件144及第3評估元件146係以1回的量測進行判定，且可根據該判定結果的組合狀態來推定二次電池的哪些構成元件為不良的原因。

(發明之效果)

【0068】根據關於本發明之二次電池檢查裝置100及藉此實行的二次電池檢查方法，例如，如表1所示，關於第1評估區間，C/D的判定結果相對於第1判定基準值 γ_1 具有關係式(51)所表示的關係之場合，評估為「OK(電池構成材料電阻值在基準範圍以內)」；C/D的判定結果不具有關係式(51)所表示的關係之場合，評估為「NG(電池構成材料電阻值超過基準)」。

【0069】

$$1 - \gamma_1 < C/D < 1 + \gamma_1 \cdots (51)。$$

【0070】此外，如表1所示，關於第2評估區間，C/D的判定結果相對於第2判定基準值 γ_2 具有關係式(52)所表示的關係之場合，評估為「OK(正極、負極等的反應性並無異常)」；C/D的判定結果不具有關係式(52)所表示的關係之場合，評估為「NG(正極、負極等的反應性有異常)」。

【0071】

$$1 - \gamma_2 < C/D < 1 + \gamma_2 \cdots (52)。$$

【0072】再者，如表1所示，關於第3評估區間，C/E的判定結果相對於第3判定基準值 γ_3 具有關係式(53)所表示的關係之場合，評估為「OK(無電解液的不足、變質等)」；C/E的判定結果不具有關係式(53)所表示的關係之場合，評估為「NG(有電解液的不足、變質等)」。

【0073】

$$1 - \gamma_3 < C/D < 1 + \gamma_3 \quad \cdots (53)$$

【0074】如此根據本發明，不僅可藉由1次測定來單純地判定二次電池是否良好，而且可推定是二次電池的構成元件之中的哪個原因造成。

【0075】將該評價結果的訊息由二次電池檢查裝置100對智慧型手機、平板電腦終端或者個人電腦等的客戶傳送，且輸出顯示於構成該客戶的輸出介面(顯示裝置)亦可。藉此，因為可使二次電池200的檢查變得容易同時可進行不良原因的推定因而可謀求提高檢查精度以及對於從事生產過程的該客戶使用者之流暢的反饋。

【0076】

[表1]

個別異常內容	第1評估區間 判定結果	第2評估區間 判定結果	第3評估區間 判定結果	設想主因
	判定基準 γ_1	判定基準 γ_2	判定基準 γ_3	
Ro 的異常	NG	NG	NG	電池構成材電阻的增加 (連接不良, 電阻..)
Rn,Cn 的異常	OK	NG	NG	正極、負極等的 反應性異常
WO 的異常	OK	OK	NG	電解液的不足、變質等 電極內離子擴散反應

【符號說明】

【0077】

100:二次電池檢查裝置

102:OCV檢測元件(電壓認識元件)

104:減算器

110:溫度補償元件

112:第1模型參數設定元件

114:第1電壓推定元件

122:第2模型參數設定元件

124:第2電壓推定元件

200:二次電池

300:充放電裝置

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種二次電池檢查裝置，具備：

認識在脈衝電流流入二次電池時之前述二次電池的電壓的量測結果之電壓認識元件，

根據採樣週期，藉由分別表示IIR系統及FIR系統的傳達函數驗證表現前述二次電池的內電阻的阻抗之二次電池模型的模型參數之值之模型參數設定元件，

對藉由前述模型參數設定元件驗證前述模型參數之值的前述二次電池模型亦即指定模型推定前述脈衝電流被輸入時由前述指定模型輸出的作為電壓變化態樣之模型輸出電壓之電壓推定元件，以及

根據藉由前述電壓認識元件認識的前述二次電池的電壓量測結果，與藉由前述電壓推定元件推定的前述指定模型輸出電壓，評估因應於前述採樣週期的前述二次電池的性能之評估元件。

【請求項2】如請求項1之二次電池檢查裝置，其中

前述模型參數設定元件，根據複數採樣週期之各個，個別地驗證前述模型參數之值，

前述電壓推定元件，對藉由前述模型參數設定元件驗證前述模型參數之值的個別的前述二次電池模型亦即複數之前述指定模型，推定前述脈衝電流被輸入時由前述複數指定模型分別輸出的作為電壓變化態樣之複數模型輸出電壓，

前述評估元件，根據各個藉由前述電壓認識元件認識

的前述二次電池的電壓量測結果，與藉由前述電壓推定元件推定的前述複數指定模型輸出電壓，評估因應於前述複數採樣週期之各個的前述二次電池之複數性能之各個。

【請求項3】如請求項1或2之二次電池檢查裝置，其中

進而具備認識前述二次電池的溫度的量測結果之溫度補償元件，

前述模型參數設定元件，根據藉由前述溫度補償元件認識的前述二次電池的溫度的量測結果，補正前述模型參數之值。

【請求項4】一種二次電池檢查方法，包含：

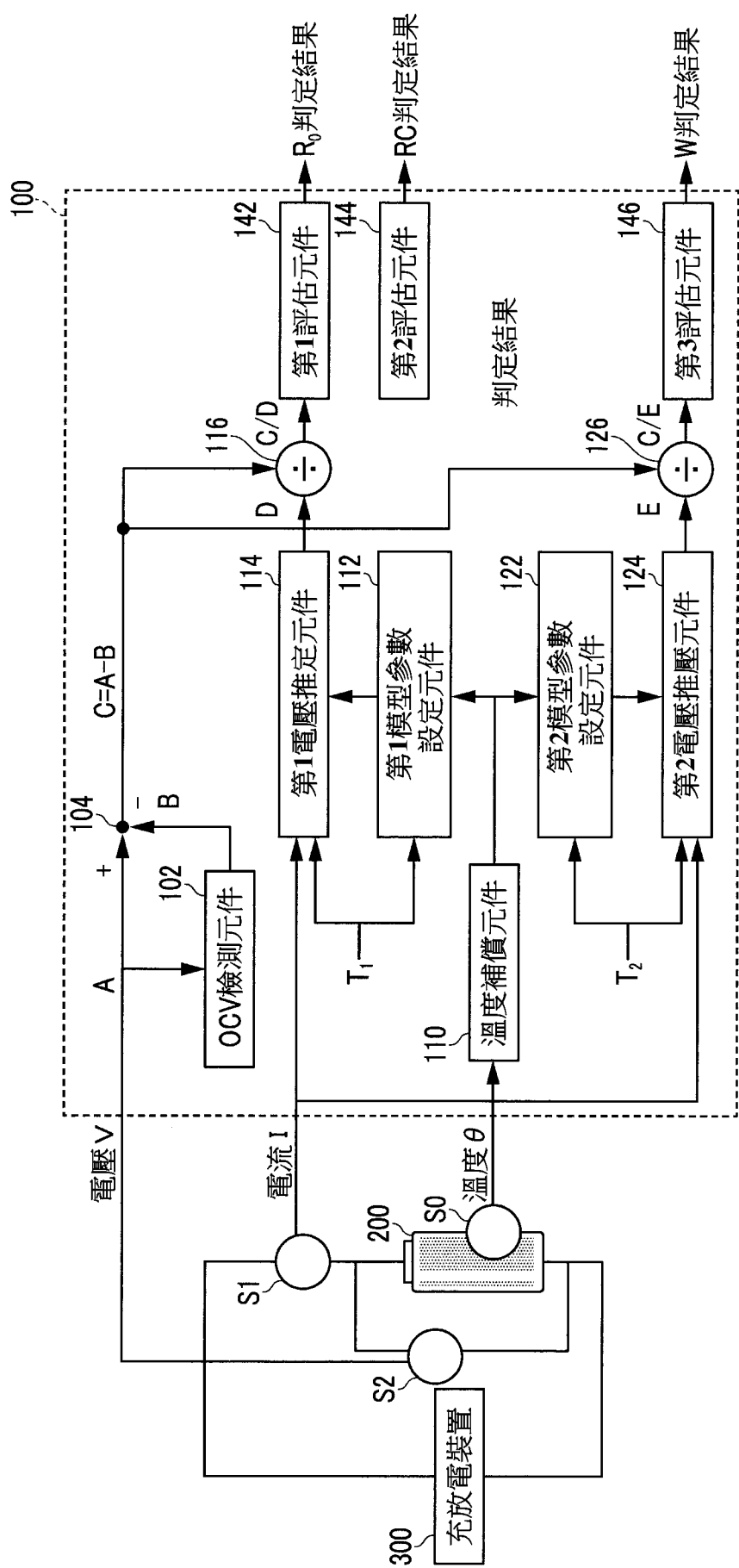
認識在脈衝電流流入二次電池時之前述二次電池的電壓的量測結果之電壓認識步驟，

根據採樣週期，藉由分別表示IIR系統及FIR系統的傳達函數驗證表現前述二次電池的內電阻的阻抗之二次電池模型的模型參數之值之模型參數設定步驟，

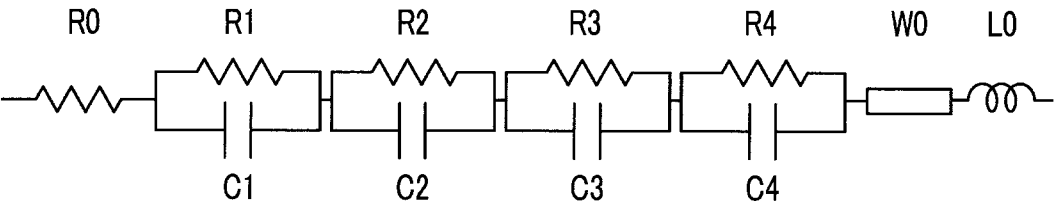
對藉由前述模型參數設定步驟驗證前述模型參數之值的前述二次電池模型亦即指定模型推定前述脈衝電流被輸入時由前述指定模型輸出的作為電壓變化態樣之模型輸出電壓之電壓推定步驟，以及

根據藉由前述電壓認識步驟認識的前述二次電池的電壓量測結果，與藉由前述電壓推定步驟推定的前述指定模型輸出電壓，評估因應於前述採樣週期的前述二次電池的性能之評估步驟。

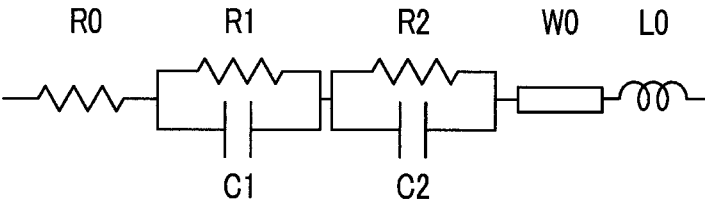
【發明圖式】



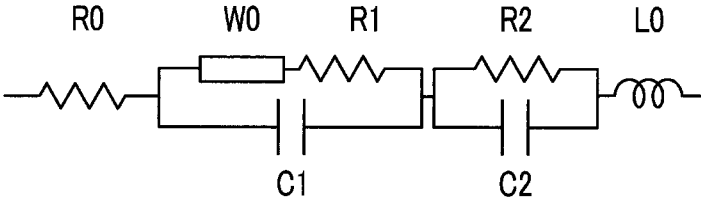
【圖 1】



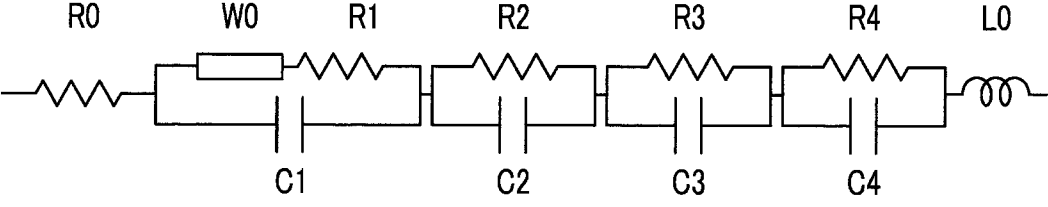
【圖 2A】



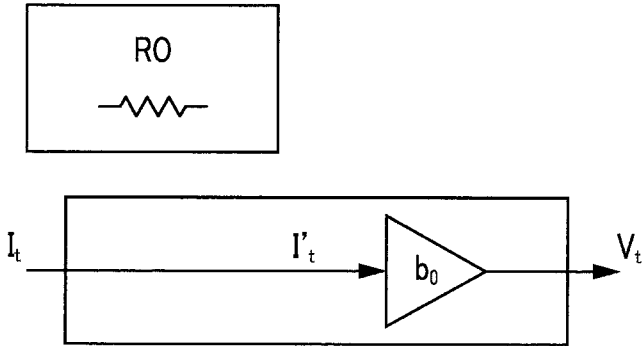
【圖 2B】



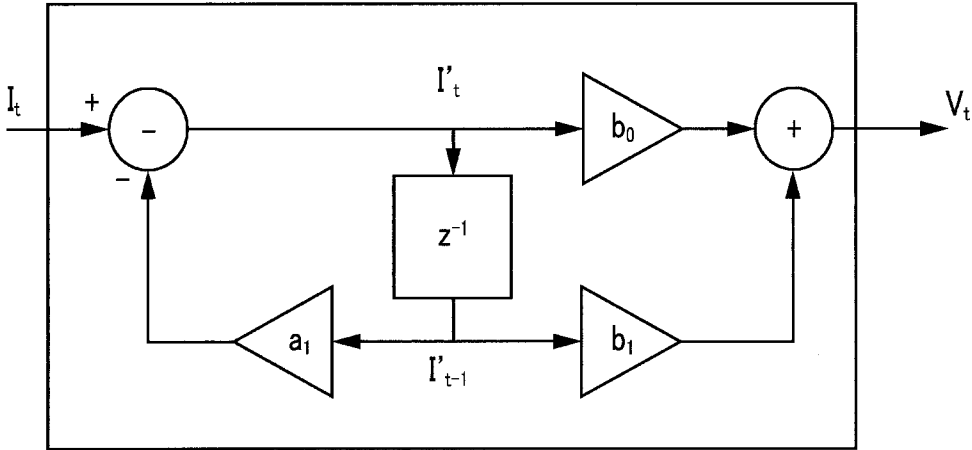
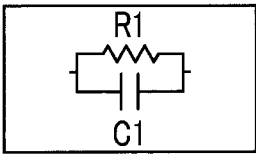
【圖 2C】



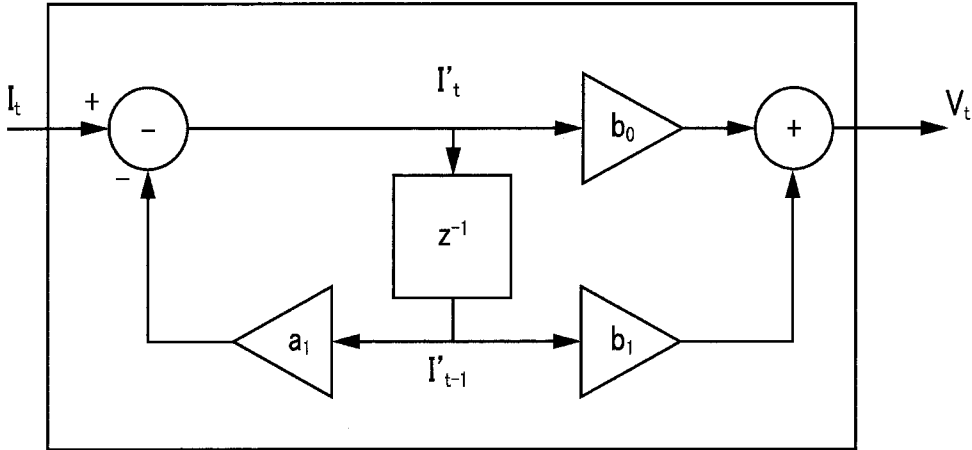
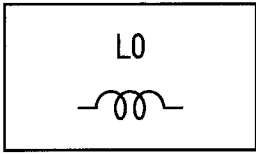
【圖 2D】



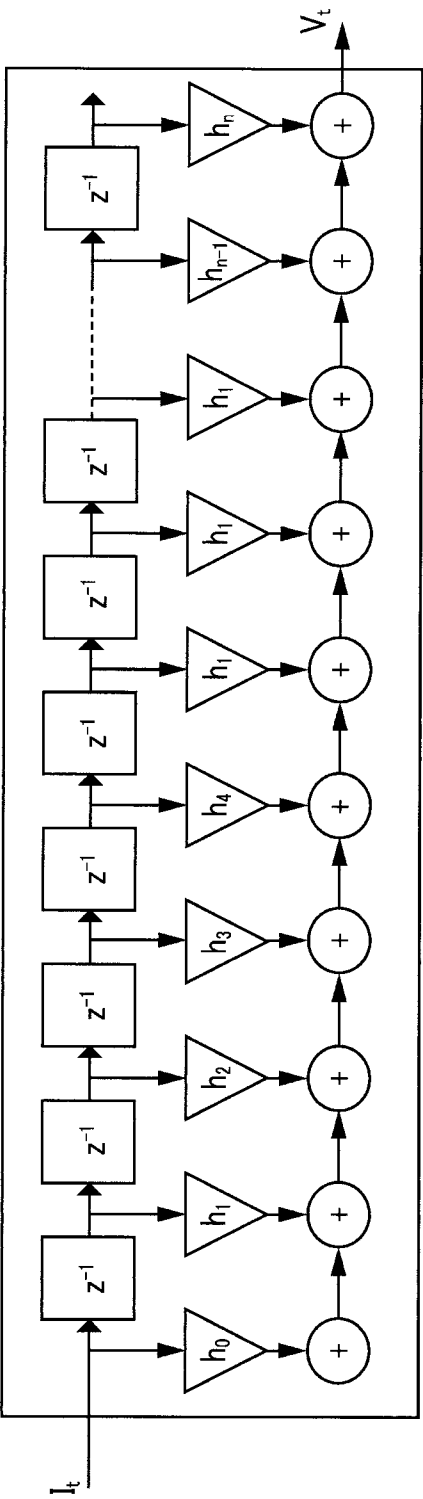
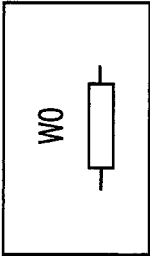
【圖 3A】



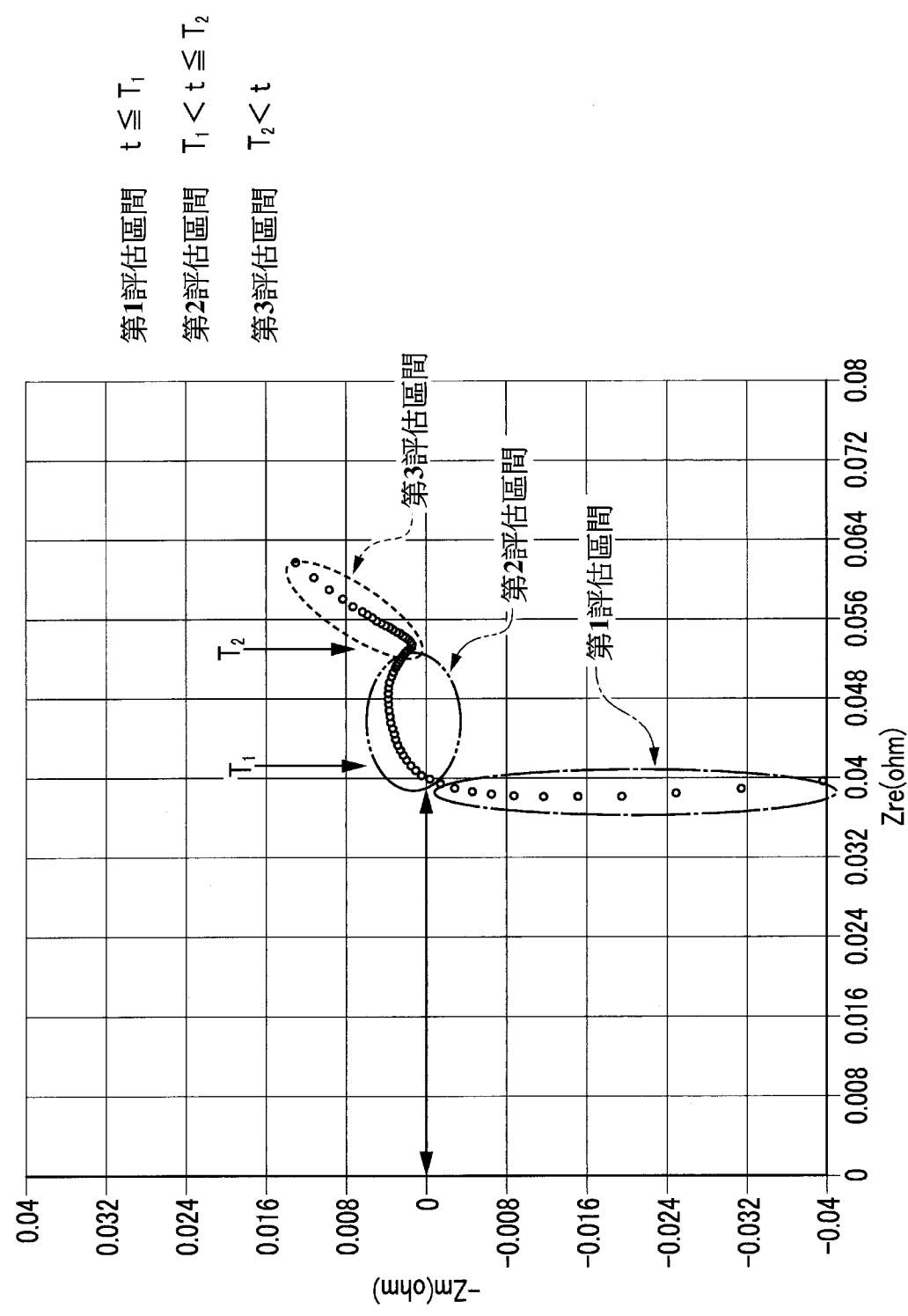
【圖 3B】



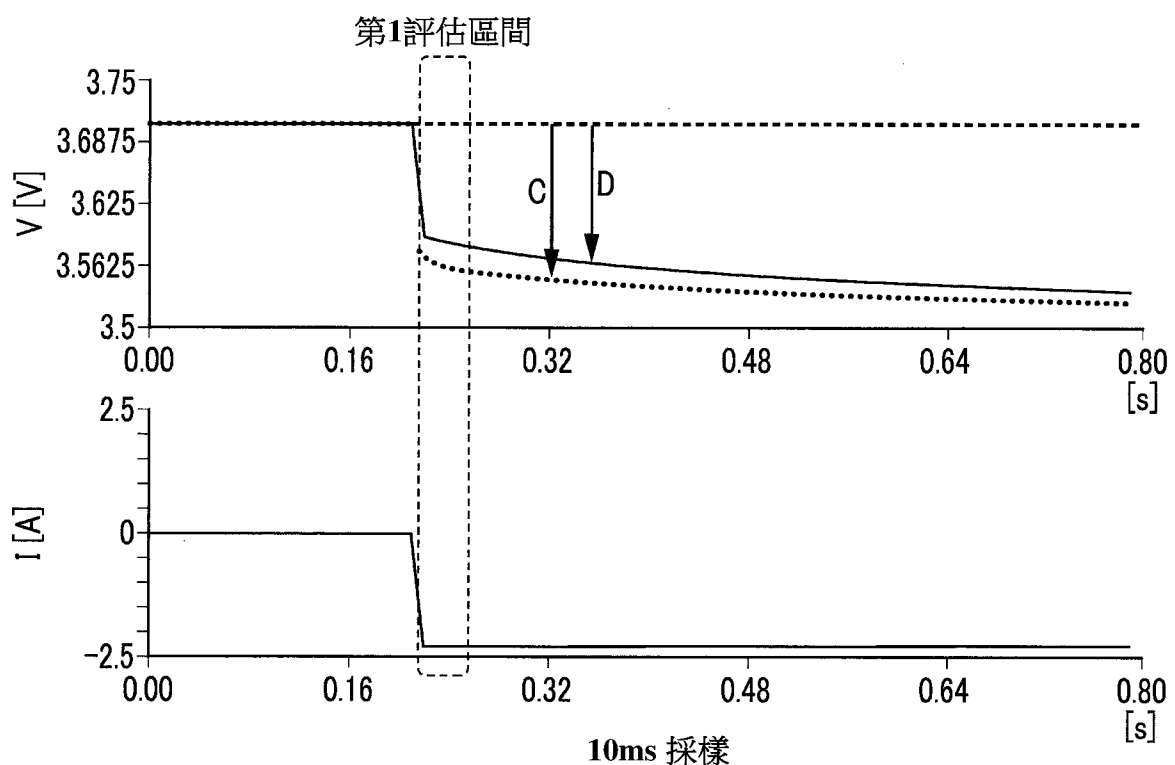
【圖 3C】



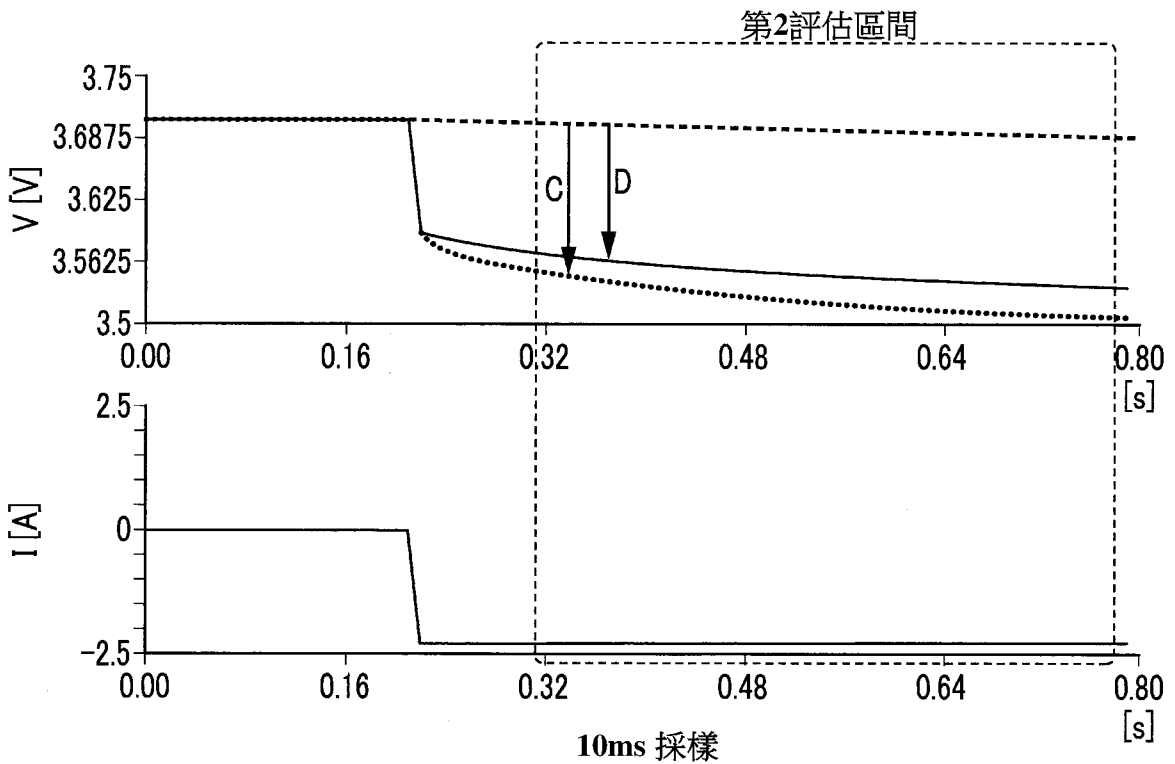
【圖 3D】



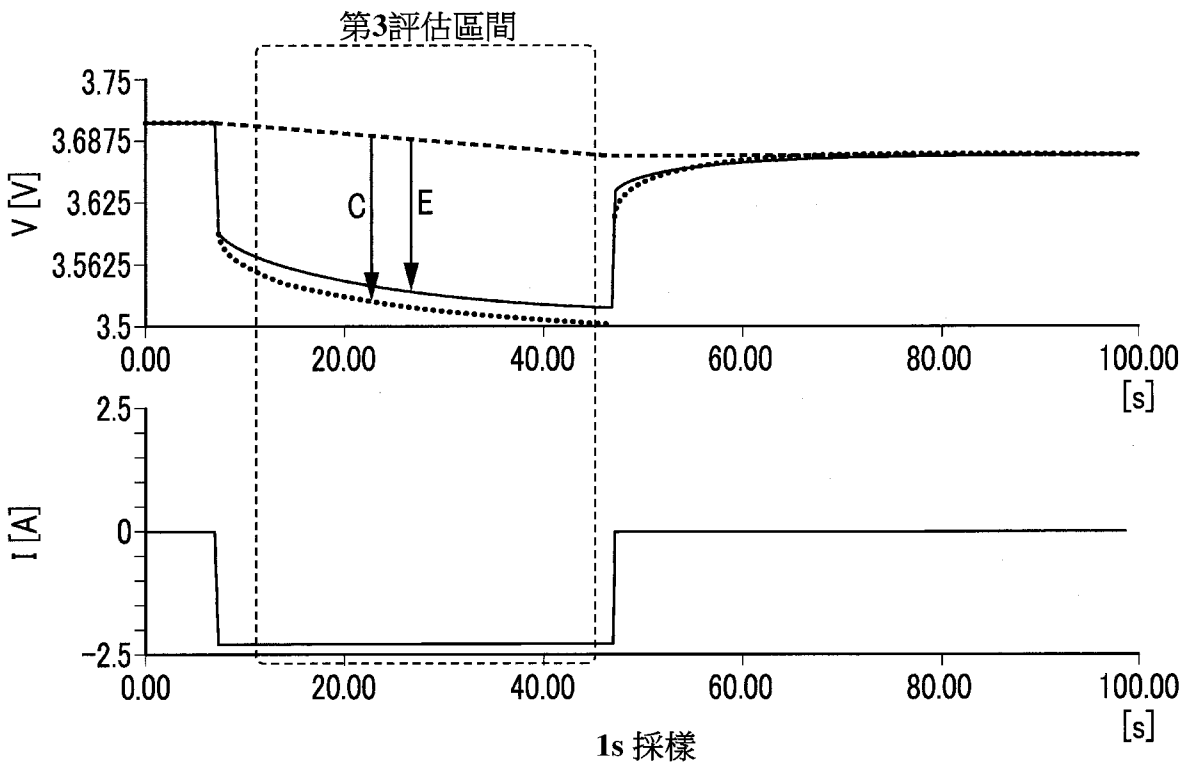
【圖 4】



【圖 5A】



【圖 5B】



【圖 5C】