

參、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 上坂 進一
SHINICHI UESAKA
2. 富田 尚
TAKASHI TOMITA
3. 畠沢 剛信
TSUYONOBU HATAZAWA
4. 池田 多聞
TAMON IKEDA

住居所地址：(中文/英文)

- 1.-4.均日本東京都品川區北品川六丁目七番 35 號
7-35, KITASHINAGAWA 6-CHOME, SHINAGAWA-KU, TOKYO,
JAPAN

國 籍：(中文/英文)

- 1.-4.均日本 JAPAN

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本； 2002年11月15日；特願2002-331971

2.

3.

4.

5.

主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本； 2002年11月15日；特願2002-331971

2.

主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

3.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於計算二次電池之剩餘容量及/或剩餘電力之電池容量計算方法、電池容量計算裝置、以及電池容量計算程式。

【先前技術】

近年來，例如筆記型電腦及行動電話等以鋰離子二次電池等之二次電池(以下簡稱電池)為電源之電子機器逐漸普及。

作為計算電池之剩餘容量之方法，各式各樣之方法紛紛被人提出及探討，諸如利用端子電壓與剩餘容量之關係之方法、或將滿充電容量時之放電容量定義為"0"時，由滿充電容量減去累算放電電流所求得之放電容量之方法等。

在此，端子電壓與剩餘容量之關係例如如圖16所示，可利用隨著剩餘容量之減少，端子電壓減少至特定之放電停止電壓 V_{cut} 之曲線 C_{new} 、 C_{old} 加以表示。尤其，在電池中，在剩餘容量達到"0"附近，即放電末期時，端子電壓有急遽降低之傾向，而將特定之放電警報電壓 V_{war} 設定於此區域。又，在同圖中，曲線 C_{new} 係尚未劣化之初期電池之曲線，曲線 C_{old} 係使用後劣化之劣化電池之曲線。即，已知悉：在電池中，長時間使用而劣化時，即使在相同放電條件下，端子電壓與剩餘容量之關係也會發生大變化。因此，在上述利用端子電壓與剩餘容量之關係之電池容量計算方法中，被人指出有剩餘容量之推定精度降低之問題。

因此，在計算電池之剩餘容量之際，有必要考慮到此種電池劣化引起之電壓特性之變化之對應問題。在上述由滿充電容量減去累算放電電流所求得之放電容量之電池容量計算方法中，作為對應於電池劣化引起之電壓特性之變化之方法，如計數充放電之週期數，依照該週期數補正滿充電容量之方法、或利用達到滿充電狀態為止之充電容量補正滿充電容量之方法等，各種方法紛紛被人檢討(例如參照日本特開2002-236154號公報及日本特開2002-162452號公報)。

在日本特開2002-236154號公報中，揭示作為計數充放電之週期數，依照該週期數補正滿充電容量之方法之"電池之剩餘容量補正方法"。在此日本特開2002-236154號公報中，記載：不僅週期數，依照電池之保存狀態補正滿充電容量，即使電池長期間保存後使用時，也可減少剩餘容量之顯示誤差。

又，在日本特開2002-162452號公報中，揭示作為利用達到滿充電狀態為止之充電容量補正滿充電容量之方法之"電池剩餘量檢出電路"。在此日本特開2002-162452號公報中，記載：利用放電至特定放電警報電壓時之滿充電狀態為止之充電容量補正滿充電容量，即使在電池之電壓特性變化時，也可正確地施行剩餘容量之檢出。

但，在日本特開2002-236154號公報所記載之技術中，由於實際之電池之使用環境及劣化樣式具有多樣化，故利用在理想環境下所測定之補正係數，補正滿充電容量時，會

有計算與實際之滿充電容量相異之值之問題。

又，在日本特開2002-162452號公報所記載之技術中，有以下之問題。

放電警報電壓通常為了留下連接於電池之電子機器之結束處理所需之容量而轉移至該結束處理，會被設定於比電池本來之放電停止電壓更高之值。在此，放電警報電壓係利用尚未劣化之初期電池之測定資料加以決定，但如圖16所示，電池隨著性能之劣化，在放電末期之曲線之傾斜度會變得平緩。換言之，電池隨著性能之劣化，表示在放電末期之放電容量與端子電壓之關係之放電曲線之傾斜度會變得平緩。因此，即使在電池中之電壓為依據尚未劣化之初期電池決定之放電警報電壓以下之電壓，仍然會殘留充分之容量。

但在日本特開2002-162452號公報所記載之技術中，由於無法配合電池之劣化狀態降低此放電警報電壓，故可能將滿充電容量評估過小，即使實際上尚未那麼劣化之電池，也可能將剩餘容量作過小之計算，結果，會有縮短電子機器之實際使用時間之問題。

對此，從異於如此等日本特開2002-236154號公報及日本特開2002-162452號公報所示，利用端子電壓與剩餘容量之關係之方法、或由滿充電容量減去累算放電電流所求得之放電容量之方法之觀點，作為計算電池之剩餘容量之方法，有日本特開2001-231179號公報所記載之技術存在。

在此日本特開2001-231179號公報中，揭示作為利用電池

之內部阻抗與平衡電壓計算剩餘容量之方法之"電池容量檢出方法及裝置以及電池組"。又，所謂平衡電壓，係在開放電池之端子之狀態下長期間放置，而在電極及電解液之內部狀態成為穩定時之端子電壓。在此日本特開2001-231179號公報中，記載：測定表示劣化電池之放電容量與平衡電壓之關係之平衡電壓曲線與內部阻抗，依據內部阻抗引起之電壓降計算剩餘容量之技術，不僅剩餘容量，也嘗試正確地計算剩餘電力。

但，在此日本特開2001-231179號公報所記載之技術中，有以下之問題：

電池之內部阻抗引起之電壓降 ΔV 如圖17所示，係以平衡電壓曲線 C_{equ} 與放電曲線 C_{dch} 之差分表示，但內部阻抗係依存於放電容量而變化，在放電末期會大幅增加。因此，為了利用內部阻抗計算剩餘容量，考慮此放電末期之內部阻抗之增加成為最重要之事項。

在此，在電池中，已知隨著性能之劣化，內部阻抗也會變化。在日本特開2001-231179號公報所記載之技術中，雖嘗試利用適宜地測定此內部阻抗，以計算剩餘電力。尤其，為了測定放電末期之內部阻抗之增加，有必要完全放電至放電末期。

即，在日本特開2001-231179號公報所記載之技術中，由於在放電中無法掌握放電末期之內部阻抗，故如同由長期間保存之狀態放電時，或以淺的放電深度重複充放電而劣化時等事前測定之內部阻抗與現在之內部阻抗相比呈現大

幅變化時，即有不能正確預測剩餘容量之問題。

如上所述，在此等各種以往之電池容量計算方法中，無法事前預測劣化電池中之容量，特別是預測放電末期之放電曲線。因此，使用以往之電池容量計算方法計算剩餘容量時，無法將電池容量完全用完，而有縮短電子機器之實際使用時間之問題。

即，在以往之電池容量計算方法中，只有在大致完全放電才可能正確地計算剩餘容量，另一方面，為了大致完全放電，卻有必須事前掌握正確之剩餘容量之相反的問題。此意味著以往之電池容量計算方法屬於現實上不可能實現之方法。

又，在以往之電池容量計算方法中，由於不能完全使用電池容量，故不能正確地檢出真正之電池之劣化狀態，亦導致過度地檢出電池之劣化之事態。

本發明係鑒於此種情況而發明者，其目的在於提供不受溫度或電池劣化狀態等環境條件影響，尤其可在放電末期極正確地計算電池之剩餘容量，延長電池壽命之電池容量計算方法、電池容量計算裝置、以及電池容量計算程式。

【發明內容】

達成上述目的之本發明之電池容量計算方法之特徵在於用於計算二次電池之剩餘容量及/或剩餘電力者；且包含：平衡電壓曲線計算步驟，其係計算表示上述二次電池之放電容量與平衡電壓之關係之平衡電壓曲線 C_{equ} 者；電壓·電流測定步驟，其係測定放電時之上述二次電池之端子電壓

V_{mea} 與電流值 I 者；放電容量計算步驟，其係依據上述電壓、電流測定步驟測定之上述端子電壓 V_{mea} 及上述電流值 I ，計算上述二次電池之放電容量 Q_{mea} 者；推定之平衡電壓計算步驟，其係將直流電阻 R_{dc} 引起之電壓降 ΔV_{dc} 累加於上述端子電壓 V_{mea} 而計算推定之平衡電壓 V_{ocv} 者；推定之放電容量計算步驟，其係依據上述平衡電壓曲線計算步驟計算之上述平衡電壓曲線 C_{equ} ，計算對應於上述平衡電壓計算步驟計算之上述推定之平衡電壓 V_{ocv} 之推定之放電容量 Q_{ocv} 者；容量差計算步驟，其係計算上述放電容量 Q_{mea} 與上述推定之放電容量 Q_{ocv} 之差分之容量差 ΔQ 者；及預測步驟，其係依據上述容量差計算步驟計算之上述容量差 ΔQ ，預測將來之放電曲線 C_{pre} 者。

此種本發明之電池容量計算方法係逐次測定放電時之端子電壓 V_{mea} 與電流值 I ，依據此端子電壓 V_{mea} 與電流值 I ，計算放電容量 Q_{mea} 與推定之放電容量 Q_{ocv} ，依據此等之差分之容量差 ΔQ ，在放電中預測含放電末期之將來之放電曲線 C_{pre} 。因此，本發明之電池容量計算方法可在放電中求出以往只有在大致完全放電才可能計算之正確之剩餘容量及/或剩餘電力。

更具體而言，在上述預測步驟中，在接近於放電末期時，依據上述放電容量計算步驟計算之上述放電容量 Q_{mea} 與上述容量差計算步驟計算之上述容量差 ΔQ ，計算對放電容量之容量差之減少率 dQ ，依據上述容量差 ΔQ 與上述減少率 dQ ，預測將來之放電曲線 C_{pre} 。

此時，在上述容量差 ΔQ 接近於放電末期時，係以上述放電容量 Q_{mea} 之1次函數表示，故容易預測將來之放電曲線 C_{pre} 。

另一方面，在上述預測步驟中，在非放電末期時，依據上述平衡電壓曲線 C_{equ} ，計算對應於上述放電容量 Q_{mea} 之平衡電壓 V_{equ} ，依據上述平衡電壓 V_{equ} 與上述端子電壓 V_{mea} 之差分之電壓降 ΔV ，預測將來之放電曲線 C_{pre} 。

而，本發明之電池容量計算方法係包含切換步驟，其係依據上述推定之平衡電壓 V_{ocv} ，施行是否接近於放電末期之判定，依照判定結果，切換上述放電曲線 C_{pre} 之預測方法者。

因此，本發明之電池容量計算方法尤其可在放電中極正確地預測放電末期之放電曲線。

又，達成上述目的之本發明之電池容量計算裝置之特徵在於用於計算二次電池之剩餘容量及/或剩餘電力者；且包含：電壓測定手段，其係測定放電時之上述二次電池之端子電壓 V_{mea} 者；電流測定手段，其係測定放電時之上述二次電池之電流值 I 者；運算處理手段，其係計算上述二次電池之剩餘容量及/或剩餘電力者；上述運算處理手段係計算表示上述二次電池之放電容量與平衡電壓之關係之平衡電壓曲線 C_{equ} ，依據上述電壓測定手段測定之上述端子電壓 V_{mea} 與上述電流測定手段測定之上述電流值 I ，計算上述二次電池之放電容量 Q_{mea} ，將直流電阻 R_{dc} 引起之電壓降 ΔV_{dc} 累加於上述端子電壓 V_{mea} 而計算推定之平衡電壓 V_{ocv} ，依據上述平衡電壓曲線 C_{equ} ，計算對應於上述推定之平衡電壓

V_{ocv} 之推定之放電容量 Q_{ocv} ，計算上述放電容量 Q_{mea} 與上述推定之放電容量 Q_{ocv} 之差分之容量差 ΔQ ，依據上述容量差 ΔQ ，預測將來之放電曲線 C_{pre} 者。

此種本發明之電池容量計算裝置係分別利用電壓測定手段及電流測定手段逐次測定放電時之端子電壓 V_{mea} 與電流值 I ，依據此端子電壓 V_{mea} 與電流值 I ，利用運算處理手段計算放電容量 Q_{mea} 與推定之放電容量 Q_{ocv} ，依據此等之差分之容量差 ΔQ ，利用運算處理手段在放電中預測含放電末期之將來之放電曲線 C_{pre} 。因此，本發明之電池容量計算裝置可在放電中求出以往只有在大致完全放電才可能計算之正確之剩餘容量及/或剩餘電力。

另外，達成上述目的之本發明之電池容量計算程式之特徵在於可使電腦執行計算二次電池之剩餘容量及/或剩餘電力者；且包含：平衡電壓曲線計算處理，其係計算表示上述二次電池之放電容量與平衡電壓之關係之平衡電壓曲線 C_{equ} 者；電壓·電流測定處理，其係測定放電時之上述二次電池之端子電壓 V_{mea} 與電流值 I 者；放電容量計算處理，其係依據上述電壓·電流測定處理測定之上述端子電壓 V_{mea} 及上述電流值 I ，計算上述二次電池之放電容量 Q_{mea} 者；推定之平衡電壓計算處理，其係將直流電阻 R_{dc} 引起之電壓降 ΔV_{dc} 累加於上述端子電壓 V_{mea} 而計算推定之平衡電壓 V_{ocv} 者；推定之放電容量計算處理，其係依據上述平衡電壓曲線計算處理計算之上述平衡電壓曲線 C_{equ} ，計算對應於上述平衡電壓計算處理計算之上述推定之平衡電壓 V_{ocv} 之推定

之放電容量 Q_{ocv} 者；容量差計算處理，其係計算上述放電容量 Q_{mea} 與上述推定之放電容量 Q_{ocv} 之差分之容量差 ΔQ 者；及預測處理，其係依據上述容量差計算處理計算之上述容量差 ΔQ ，預測將來之放電曲線 C_{pre} 者。

此種本發明之電池容量計算程式係逐次測定放電時之端子電壓 V_{mea} 與電流值 I ，依據此端子電壓 V_{mea} 與電流值 I ，計算放電容量 Q_{mea} 與推定之放電容量 Q_{ocv} ，依據此等之差分之容量差 ΔQ ，在放電中預測含放電末期之將來之放電曲線 C_{pre} 。因此，本發明之電池容量計算程式可在放電中求出以往只有在大致完全放電才可能計算之正確之剩餘容量及/或剩餘電力。

【實施方式】

以下，一面參照圖式，一面詳細說明適用本發明之具體的實施形態。

本實施形態係計算使用作為例如筆記型電腦及行動電話等電子機器之電源之鋰離子二次電池等之二次電池之剩餘容量之電池容量計算方法。此電池容量計算方法係依據本案申請人之下列創見所形成：在各種條件下，檢討有關放電末期之放電曲線之特徵及二次電池內部之物理化學的現象，發現利用測定放電時之端子電壓與電流值，儘管在放電中，也可極正確地預測放電末期之放電曲線。即，此電池容量計算方法係逐次測定二次電池之端子電壓與電流值，依據此端子電壓與電流值，藉由在放電中預測含放電末期之將來之放電曲線，可在放電中求出以往只有在大致

完全放電才可能計算之正確之剩餘容量。

又，在以下，將二次電池稱為電池，並加以說明。又，在此下之說明中，所謂平衡電壓，係意味著在開放電池之端子之狀態下長期間放置，而在電極及電解液之內部狀態成為穩定時之端子電壓，所謂平衡電壓曲線係指表示放電容量與平衡電壓之關係之曲線之意。另外，在此下之說明中，所謂放電曲線，係指表示放電容量與端子電壓之關係之曲線之意，在放電容量方面，係將滿充電狀態時之容量定義為"0"。

首先，為了說明電池容量計算方法，利用圖1說明平衡電壓曲線與放電曲線之關係。

電池在放電時，通常受內部阻抗之影響，端子電壓 V_{mea} 會依照放電時之電流值而取低於平衡電壓 V_{equ} 之值。

在此，如同圖之放電曲線 C_{dch} 之時間變化所示，考慮在某時刻 t 停止放電，並開放電池之端子之情形。在此情形下，端子電壓在放電剛停止後，會急遽增加，然後隨時間之經過而緩慢增加，在將電池放置特定時間時，與對應於該時點之放電容量之平衡電壓 V_{equ} 一致。

此現象表示電池之內部阻抗大致上分為對電流值之變化瞬間響應之成分與較慢響應之成分2種。在此，將在放電剛停止後急遽增加之電壓稱為推定之平衡電壓 V_{ocv} 。又，以放電時之平衡電壓 V_{equ} 與端子電壓 V_{mea} 之差分表示之電壓降 $\Delta V (=V_{equ} - V_{mea})$ 可依照放電停止後之電壓變化之時間常數區別為 $\Delta V_{dc} (=V_{ocv} - V_{mea})$ 、與 $\Delta V_{di} (=V_{equ} - V_{ocv})$ ，將前者稱

為直流電阻 R_{dc} 引起之電壓降 ΔV_{dc} ，將後者稱為擴散引起之電壓降 ΔV_{di} 。

具體上，直流電阻 R_{dc} 係因構成電池之電極與電解液之電阻、及電極與電解液界面所生之過電壓而產生。此直流電阻 R_{dc} 引起之電壓降 ΔV_{dc} 大致可依據歐姆定律，以電流值 I 與直流電阻 R_{dc} 之積加以表示。

另一方面，擴散引起之電壓降 ΔV_{di} 係因在電池內部運送電荷之化學物質之濃度分布而產生，與電解液中之電荷之移動容易度有關。反過來說，端子電壓在放電停止後，隨時間之經過緩慢上升相當於此擴散引起之電壓降 ΔV_{di} 之現象係因隨時間之經過緩慢發生下列現象而引起：即，在放電時因電荷之移動而使化學物質之濃度分布產生偏差之情形中，停止放電時，化學物質之濃度分布有意圖恢復成均勻之勢之現象。此擴散引起之電壓降 ΔV_{di} 由於在放電中電池內部之化學物質之濃度分布經常變化，故與直流電阻 R_{dc} 引起之電壓降 ΔV_{dc} 不同，不能簡易地加以表現。

而，電池之正確之剩餘容量之計算雖然歸結於正確地預測放電末期之放電曲線，但本案申請人由實驗中確認：放電末期所顯現之內部阻抗之增加之絕對性之要因在於上述2種內部阻抗成分中對電流值之變化較慢響應之成分上。即，放電末期所顯現之內部阻抗之增加確認為擴散引起之電壓降 ΔV_{di} 急遽增加而發生之現象。因此，為了正確地預測放電末期之放電曲線，正確地預測此擴散引起之電壓降 ΔV_{di} 成為最重要之事項。

在此，如圖2所示，放電容量為 V_{mea} 時，考慮端子電壓為 V_{mea} 時，著眼於將直流電阻 R_{dc} 引起之電壓降 ΔV_{dc} 累加在端子電壓 V_{mea} 之推定之平衡電壓 V_{ocv} 。又，將對應於平衡電壓曲線 C_{equ} 上之推定之平衡電壓 V_{ocv} 之放電容量 Q_{ocv} 與現在之放電容量 Q_{mea} 之差分定義為容量差 $\Delta Q (= Q_{ocv} - Q_{mea})$ 。

此時，在電池內部未產生運送電荷之化學物質之濃度分布時，即，化學物質之濃度分布均勻時，描繪推定之平衡電壓 V_{ocv} 之曲線 C_{dc} 與平衡電壓曲線 C_{equ} 一致，故容量差 ΔQ 為"0"。因此，容量差 ΔQ 可視為表示在電池內部所產生之化學物質之濃度分布之程度之尺度。

因此，經本案申請人詳細追求放電容量與容量差 ΔQ 之關係之結果，獲得以下之創見：放電容量與容量差 ΔQ 之關係在負載一定時，電池即使處在任何劣化狀態、溫度、負載下，例如如圖3所示，對放電容量之容量差 ΔQ 在放電末期也具有呈現略直線狀減少之特徵。即，獲得容量差 ΔQ 可利用放電容量 Q_{mea} 之1次函數($\Delta Q = Q_{ocv} - Q_{mea} = a \cdot Q_{mea} + b$ ； a, b 為常數。)加以表示之創見。此表示因放電而產生之在電池內部之化學物質之濃度分布在放電末期會縮小。

因此，在放電中逐次測定此容量差 ΔQ ，計算在放電末期對放電容量之容量差 ΔQ 之線性的減少率時，容易預測距離該時點之將來之容量差 ΔQ ，其結果，即可預測推定之平衡電壓 V_{ocv} 。而，利用由預測之平衡電壓 V_{ocv} 減去直流電阻 R_{dc} 引起之電壓降 ΔV_{dc} ，即可正確地預測將來之放電曲線。

如此，本發明對於在放電末期急遽增加之擴散引起之電

壓降 ΔV_{di} 之現象，由掌握容量差 ΔQ 之容量方向之變化而非掌握容壓方向之變化之全新的觀點加以著眼，利用預測將來之容量差 ΔQ ，可預測以往方法不能做到之放電末期之正確之放電曲線之預測，尤其可正確計算放電末期之剩餘容量。

以下，說明依據此種原理之電池容量計算方法。

電池容量計算方法係利用至少由電池之端子電壓、測定流至電池之電流之電路、及計算剩餘容量之控制電路構成之裝置加以實現，唯此部分在此未予圖示。

在電池容量計算方法中，在控制電路內部具有記憶各種資訊之記憶部，事先將計算剩餘容量用之平衡電壓曲線記憶於此記憶部。此平衡電壓曲線既可事先計算後記憶於記憶部，也可利用某些近似式函數化後記憶於記憶部，甚至於也可利用使放電容量與平衡電壓相對應之表之形態記憶於記憶部。

又，在電池容量計算方法中，在計算放電時之剩餘容量之前，先計算電池之直流電阻 R_{dc} ，並記憶於記憶部。此直流電阻 R_{dc} 雖也可在充電時測定，但使用充電時測定之值時，因有時充電時之溫度與放電時之溫度不同，故有需要施行溫度補正等繁雜之處理之虞。因此，在電池容量計算方法中，在放電時測定直流電阻 R_{dc} 。當然，在電池容量計算方法中，在放電中，有時也會發生溫度變化，故也可考慮此現象而施行溫度補正。又，例如，在連接之電子機器之電源接通時，或電子機器為個人電腦等之情形，利用如

任意應用程式啟動時等一般發生大的負載變動之機會，藉由測定該負載變動之前後之電壓及電流之變化 dV_{mea} ， dI ，即可容易地以 $R_{dc} = dV_{mea}/dI$ 計算直流電阻 R_{dc} 。

在此種電池容量計算方法中，電池處於使用狀態時，逐次測定電池之端子電壓 V_{mea} 與流至電池之電流值 I ，利用施行電流累計，計算現在之放電容量 Q_{mea} 。又，在電池容量計算方法中，利用記憶於記憶部之直流電阻 R_{dc} ，計算電壓降 $\Delta V_{dc} (= I \cdot R_{dc})$ 與推定之平衡電壓 $V_{ocv} (= V_{mea} + \Delta V_{dc} = V_{mea} + I \cdot R_{dc})$ ，另外，利用記憶於記憶部之平衡電壓曲線計算推定之放電容量 Q_{ocv} ，求出上述容量差 $\Delta Q (= Q_{ocv} - Q_{mea})$ 。而，在電池容量計算方法中，使現在之放電容量 Q_{mea} 與容量差 ΔQ 相對應而記憶於記憶部，依據過去數次份之放電容量 Q_{mea} 與容量差 ΔQ ，計算容量差 ΔQ 之減少率 dQ 。

在此，利用前面圖3所示之容量差 ΔQ 之減少率之線性之剩餘容量之計算因係掌握放電末期附近之特徵，故在放電末期以外，不能使用此方法。因此，在電池容量計算方法中，在放電中有必要判定現在之狀態是否為接近於放電末期，依此切換處理內容。

因此，在電池容量計算方法中，將直流電阻 R_{dc} 與電流值 I 之積所表示之電壓降 ΔV_{dc} 累加於電池之端子電壓 V_{mea} 之推定之平衡電壓 V_{ocv} 與特定之臨限值作比較，以判定是否為接近於放電末期。此係依據本案申請人由實驗中所獲得之下列創見：即推定之平衡電壓 V_{ocv} 如圖4中虛線部所示，在平衡電壓曲線之傾斜度急遽變化之轉折點附近之電壓之情

形，會發生圖3所示之容量差 ΔQ 之線性的減少現象。當然，在電池容量計算方法中，也可依據放電容量 Q_{mea} 及端子電壓 V_{mea} 或此等之組合，施行是否為接近於放電末期之判定，且也可利用檢出以微分放電容量 Q_{mea} 所求得之容量差 ΔQ 值是否為一定來判定容量差 ΔQ 之減少率是否呈現線性。不管使用任何方法，在電池容量計算方法中，利用容量差 ΔQ 之減少率之線性判定是否為接近於放電末期則不變。

在電池容量計算方法中，判定非放電末期時，如圖5所示，由現在之放電容量 Q_{mea} 求出現在之平衡電壓 V_{equ} ，計算當時之電壓降 ΔV ，例如由平衡電壓曲線 C_{equ} 扣除電壓降 ΔV 以預測將來之放電曲線 C_{pre} 。而，在電池容量計算方法中，計算預測之放電曲線 C_{pre} 低於放電停止電壓 V_{cut} 之放電容量 Q_{cut} 與之現在之放電容量 Q_{mea} 差分作為剩餘容量 Q_r ，並計算利用在此以前所預測之電壓積分之同圖中斜線部所示之值，以作為剩餘電力 W_r 。

又，以此種方法計算剩餘容量之情形，每當負載有變動時，電壓降 ΔV 也會變動，故剩餘容量也會變動。為了避免此現象，在電池容量計算方法中，也可利用對應於到現在為止之最大負載之最大電壓降 ΔV_{max} 預測將來之放電曲線 C_{pre} 。又，在電池容量計算方法中，假定採用定電力放電時，隨著放電之進行，電壓會降低，電流會增加，故也可考慮電壓降會因此變大而計算將來之電壓降 ΔV 。另外，在電池容量計算方法中，在過去可大致完全放電時，也可利用當時之

實際放電之容量及電力，補正計算之剩餘容量。

另一方面，在電池容量計算方法中，判定接近於放電末期時，如圖6所示，依據現在之容量差 ΔQ_{mea} 與容量差之減少率 dQ ，即利用容量差 ΔQ 可利用放電容量 Q_{mea} 之1次函數($\Delta Q = Q_{ocv} - Q_{mea} = a \cdot Q_{mea} + b$ ； a, b 為常數。)加以表示之特徵，預測同圖中黑圓所示之將來之推定之平衡電壓，由此等推定之平衡電壓減去直流電阻 R_{dc} 引起之電壓降 ΔV_{dc} ，以預測將來之放電曲線 C_{pre} 。而，在電池容量計算方法中，與判定非上述放電末期時大致相同地，計算剩餘容量 Q_r 與剩餘電力 W_r 。此時，在電池容量計算方法中，對於將來之電流值 I ，也可將現在之電流值與將來之最大電流值假定在將來保持一定，且也可將現在之電力與將來之最大電力假定在將來保持一定而考慮電流值之變化。

又，在電池容量計算方法中，如上所述，在計算剩餘容量之前，雖有必要先求出平衡電壓曲線，但此平衡電壓曲線通常會隨著電池之劣化而變化，故有必要求的平衡電壓曲線並非未劣化之初期電池之平衡電壓曲線，而是現在狀態之劣化電池之平衡電壓曲線。在此，平衡電壓曲線例如如圖7所示，著眼於其形狀在初期電池與劣化電池呈現大致相似形狀。又，在同圖中，曲線 C_{equn} 係表示尚未劣化之初期電池之平衡電壓曲線，曲線 C_{equo} 係表示使用後劣化之劣化電池之平衡電壓曲線。即，劣化電池之平衡電壓曲線 C_{equo} 呈現一面保持初期電池之平衡電壓曲線 C_{equn} 之形狀，一面向一方向收縮之形狀。

因此，在電池容量計算方法中，依據平衡電壓曲線 C_{equun} 、 C_{equo} 呈現大致相似形狀之事實，預先掌握平衡電壓曲線 C_{equun} ，利用求出劣化電池之至少2點之平衡電壓與此等平衡電壓間之容量，可計算平衡電壓曲線之容量方向之收縮比 S ，即計算"劣化電池之滿充電容量/初期電池之滿充電容量"。例如，在電池容量計算方法中，如同圖所示，假設所求得之劣化電池之2點平衡電壓為 V_1 、 V_2 ，對應於此等平衡電壓 V_1 、 V_2 之放電容量為 Q_1 、 Q_2 ($Q_2 > Q_1$)時，在平衡電壓曲線 C_{equun} 上，求平衡電壓為 V_1 、 V_2 之放電容量 Q_{ini1} 、 Q_{ini2} ，即可以 $(Q_2 - Q_1)/(Q_{ini2} - Q_{ini1})$ 計算收縮比 S 。在電池容量計算方法中，可依據此收縮比 S 求劣化電池之平衡電壓曲線 C_{equo} ，將其記憶於記憶部。

又，在電池容量計算方法中，作為求平衡電壓之方法，也可使用由電池之利用者不施行充電或放電之休止狀態之電壓求取之方法及強制地停止充電，由其後之電壓變化推定平衡電壓之方法等。尤其，在電池容量計算方法中，最好並用此兩者之方法，以增加求取平衡電壓之機會。

又，強制地停止充電時，例如如圖8所示，電壓變化率 (dV/dt) 之絕對值之平方根，對距離充電停止之時間之對數呈現略直線性地減少之創見係本案申請人從實驗中所獲得，故利用此方法，可依據充電停止後之短時間之電壓變化推定平衡電壓。

但，在計算此壓縮比 S 之際，因有必要充分增大所要求取之平衡電壓之至少2點間之電容，故重複施行以淺的放電深

度之充放電時，雖難以充分之精度計算，但，在電池容量計算方法中，如上所述，藉由施行利用容量差 ΔQ 之減少率之線性之剩餘容量之計算，即使在此種情形下，也能以充分精度計算放電末期之剩餘容量。此點已從實驗中獲得確認。

以下，說明適用此種電池容量計算方法計算作為特定之電子機器之電源之電池之剩餘容量之具體的電池容量計算裝置。又，在以下，為了說明之方便，說明計算滿充電容量4.2 V、放電停止電壓3.0 V、標稱容量1800 mAh之直徑18 mm、長度65 mm之鋰離子二次電池等之剩餘容量之電池容量計算裝置。又，在以下，以放電時之電流值為正，充電時之電流值為負加以說明。

電池容量計算裝置如上所述，至少係由電池之端子電壓、測定流至電池之電流之電路、及計算剩餘容量之控制電路所構成。具體而言，例如如圖9所示，電池容量計算裝置10係具備測定作為電子機器20之電源之電池1之端子電壓之電壓測定電路11、測定流至電池1之電流之電流測定電路12、計算剩餘容量及/或剩餘電力之控制電路13、及切換對電池1之充電之停止或開始之開關14。

又，由此等各部構成之電池容量計算裝置10既可由使用電池1作為所謂電池組之電子機器20獨立地構成，也可連同電池1內建於電子機器20。甚至於電池容量計算裝置10也可僅將電池1由電子機器20獨立地構成。

電壓測定電路11測定電池1之端子電壓。電壓測定電路11使用例如未圖示之A/D（類比/數位）變換器，將所得之類比

值之端子電壓變換成數位值，並供應至控制電路13。

電流測定電路12係利用測定對電池1串聯連接之例如20 mΩ之電阻2之兩端之電壓，以測定流至電流1之電流。電流測定電路12使用例如未圖示之A/D變換器，將類比值之電阻2之兩端之電壓變換成數位值，並供應至控制電路13。

控制電路13例如具有施行例如微處理器等之各種運算之運算部15、可改寫記憶各種資訊之記憶部16、及在與電子機器20之間施行各種資訊之授受之通信部17。

控制電路13事前將作為計算剩餘容量之對象之電池1之平衡電壓曲線記憶於記憶部16。此平衡電壓曲線如上所述既可預先計算後記憶於記憶部16，也可利用某些近似式函數化後記憶於記憶部16，甚至於也可利用使放電容量與平衡電壓相對應之表之形態記憶於記憶部16。在此，事前將計算之平衡電壓曲線記憶於記憶部16。

具體上，在電池容量計算裝置10中，經電池1裝定於特定之充電器，例如在充電電流1A之下已定電流充電至4.2 V，然後，以4.2 V定電壓充電3小時，將該電池1充電至滿充電容量。而，在電池容量計算裝置10中，例如以1A放電10分鐘等之方式，放電特定之放電容量後，開放電池1之端子而放置至端子電壓穩定為止，以求得平衡電壓。在電池容量計算裝置10中，重複施行此種測定，以求出平衡電壓曲線，直到端子電壓達到特定之放電停止電壓，即3.0 V為止。又，使端子電壓達到穩定為止之時間至少需要30分鐘以上。

控制電路13事前將如此求得之平衡電壓曲線記憶於記憶

部16。而，控制電路13依據電壓測定電路11所供應之電壓、與由電流測定電路12所供應之電壓計算之電流值，利用運算部15計算電池1之剩餘容量及/或剩餘電力。控制電路13將計算之剩餘容量及/或剩餘電力，經由通信部17傳達至電子機器20。此時，控制電路13也可一併檢出電池1之劣化狀態，將此資訊經由通信部17傳達至電子機器20。

開關14係為依據由控制電路13供應之控制信號停止或開始充電而設置，可在充電中強制地形成休止狀態。

此種電池容量計算裝置10係經由如圖10所示之一連串之步驟計算電池1之剩餘容量及/或剩餘電力。又，同圖之步驟S1至步驟S4之處理例如係以1秒等一定週期 Δt 或不規則地重複執行。在此，步驟S1至步驟S4之處理係一定週期 Δt 重複執行。

首先，電池容量計算裝置10如同圖所示，在步驟S1，利用電壓測定電路11測定端子電壓 V_{mea} ，利用電流測定電路12測定電流值 I ，由控制電路13取得此等端子電壓 V_{mea} 及電流值 I 。

接著，電池容量計算裝置10在步驟S2，利用控制電路13之運算部15執行容量累計，計算現在之放電容量 Q_{mea} ($= Q_{old} - I \times \Delta t$)。在此， Q_{old} 係前次計算之放電容量。

接著，電池容量計算裝置10在步驟S3，依據電流值 I ，利用控制電路13之運算部15判定是否在充電中。電池容量計算裝置10在判定電流值 I 為負時，判定在充電中，並轉移至步驟S5之充電處理步驟。

另一方面，電池容量計算裝置10在判定電流值I非為負時，將處理轉移至步驟S4，依據電流值I，利用控制電路13之運算部15判定是否在放電中。電池容量計算裝置10在判定電流值I為正時，判定在放電中，並轉移至步驟S6之放電處理步驟，另一方面，在判定電流值I非為正時，即在判定電流值I非為正負任何一方而為"0"時，轉移至步驟S7之休止處理步驟。

而，電池容量計算裝置10在完成步驟S5之充電處理步驟、步驟S6之放電處理步驟或步驟S7之休止處理步驟中的一種步驟時，再度重複執行由步驟S1之處理。電池容量計算裝置10可利用重複執行此種一連串之步驟，在放電中計算電池1之剩餘容量及/或剩餘電力。

以下，分別詳細地說明有關步驟S5之充電處理步驟、步驟S6之放電處理步驟及步驟S7之休止處理步驟。

首先，說明有關步驟S5之充電處理步驟。

電池容量計算裝置10在轉移至充電處理步驟時，如圖11所示，在步驟S11，利用控制電路13之運算部15判定充電容量是否在特定值以上。例如，電池容量計算裝置10判定距離充電開始或充電之強制結束是否充電500 mAh以上。

在此，電池容量計算裝置10判定充電容量並非在特定值以上時，直接結束一連串之充電處理步驟，將處理轉移至圖10中步驟S1。

另一方面，電池容量計算裝置10判定充電容量在特定值以上時，在圖11中步驟S12，由控制電路13對開關14供應控

制信號，使充電強制地停止後，結束一連串之充電處理步驟，將處理轉移至圖10中步驟S1。

電池容量計算裝置10可經由此種充電處理步驟，在充電中強制地形成休止狀態，利用此原理，可藉上述方式推定平衡電壓。

其次，說明步驟S6之放電處理步驟。

電池容量計算裝置10轉移至放電處理步驟時，如圖12所示，在步驟S21，利用控制電路13之運算部15判定是否處在放電剛開始後。

在此，電池容量計算裝置10判定非處在放電剛開始後之時，將處理轉移至步驟S23。另一方面，電池容量計算裝置10判定處在放電剛開始後之時，在步驟S22，使用電壓測定電路11測定之放電剛開始前之端子電壓 V_b 及放電剛開始後之端子電壓 V_a 、及依據電流測定電路12測定之電流值 I 之當時之電流值變化 ΔI ，利用控制電路13之運算部15計算直流電阻 R_{dc} ($= dV_{mea}/dI = (V_b - V_a)/\Delta I$)。又，此時，電池容量計算裝置10也可利用例如放電開始後5秒鐘等之平均電壓及平均電流值計算直流電阻 R_{dc} 。電池容量計算裝置10計算直流電阻 R_{dc} 時，將處理轉移至步驟S23。

接著，電池容量計算裝置10在步驟S23，利用控制電路13之運算部15，將直流電阻 R_{dc} 與電流值 I 之積累加在端子電壓 V_{mea} ，以計算推定之平衡電壓 V_{ocv} ($V_{mea} + \Delta V_{dc} = V_{mea} + I \cdot R_{dc}$)。

接著，電池容量計算裝置10在步驟S24，利用控制電路13

之運算部15，參照記憶於記憶部16之平衡電壓曲線 C_{equ} ，計算對應於推定之平衡電壓 V_{ocv} 之推定之放電容量 Q_{ocv} ，計算以圖10中步驟S2所求得之現在之放電容量 Q_{mea} 與推定之放電容量 Q_{ocv} 之差分之容量差 $\Delta Q (= Q_{ocv} - Q_{mea})$ ，使現在之放電容量 Q_{mea} 與容量差 ΔQ 相對應而記憶於記憶部16。又，電池容量計算裝置10為減輕記憶部16之記憶容量，也可在每次測定電壓及電流時，不必施行此步驟S24，而僅在放電容量增加例如10 mAh以上時，才施行步驟S24。

接著，電池容量計算裝置10在圖12中步驟S25，利用運算部15，例如以放電容量讀出過去50 mAh部份之記憶於控制電路13之記憶部16之放電容量 Q_{mea} 與容量差 ΔQ ，依據多數放電容量 Q_{mea} 與容量差 ΔQ ，例如施行回歸分析，以計算對放電容量之容量差之減少率 dQ ，將計算之減少率 dQ 記憶於記憶部16。

而，電池容量計算裝置10在步驟S26，利用控制電路13之運算部15判定是否接近於放電末期。此時，電池容量計算裝置10固然可利用上述各種方法判定是否接近於放電末期，但在此係利用將推定之平衡電壓 V_{ocv} 與例如3.6 V之臨限值作比較，以判定是否接近於放電末期。

電池容量計算裝置10判定推定之平衡電壓 V_{ocv} 大於臨限值時，判定非接近於放電末期，轉移至步驟S27之第1剩餘容量計算步驟，另一方面，推定之平衡電壓 V_{ocv} 在臨限值以下時，判定接近於放電末期而轉移至步驟S28之第2剩餘容量計算步驟。

在此，說明步驟S27之第1剩餘容量計算步驟及步驟S28之第2剩餘容量計算步驟。

首先，說明第1剩餘容量計算步驟。

電池容量計算裝置10轉移至第1剩餘容量計算步驟時，如圖13所示，在步驟S31，利用控制電路13之運算部15，參照記憶於記憶部16之平衡電壓曲線 C_{equ} ，計算對應於現在之放電容量 Q_{mea} 之平衡電壓 V_{equ} ，並計算所計算之平衡電壓 V_{equ} 與現在之端子電壓 V_{mea} 之差分之電壓降 $\Delta V (= V_{equ} - V_{mea})$ 。

接著，電池容量計算裝置10在步驟S32，將各種參數復位而初始化。具體上，電池容量計算裝置10係將剩餘容量 Q_r 及/或剩餘電力 W_r 設置於"0"，並將現在之放電容量 Q_{mea} 設置為計算容量 Q_c 。

接著，電池容量計算裝置10在步驟S33，利用控制電路13之運算部15，將例如1 mAh之特定量之容量刻度值 ΔQ_c 累加在計算容量 Q_c ，以更新計算容量 Q_c 。

接著，電池容量計算裝置10在步驟S34，利用控制電路13之運算部15，參照記憶於記憶部16之平衡電壓曲線 C_{equ} ，計算對應於在步驟S33所更新計算容量 Q_c 之平衡電壓 V_{equ} ，並由計算之平衡電壓 V_{equ} 減去在步驟S31所計算之電壓降 ΔV ，以計算預測電壓 $V_{pre} (= V_{equ} - \Delta V)$ 。因此，電池容量計算裝置10可預測將來之放電曲線 C_{pre} 。

而，電池容量計算裝置10在步驟S35，利用控制電路13之運算部15將預測電壓 V_{pre} 與放電停止電壓 $V_{cut} (= 3.0 \text{ V})$ 作比較，判定預測電壓 V_{pre} 是否大於放電停止電壓 V_{cut} 。

在此，電池容量計算裝置10判定預測電壓 V_{pre} 大於放電停止電壓 V_{cut} 時，將處理轉移至步驟S36，利用控制電路13之運算部15將容量刻度值 ΔQ_c 累加在至當時為止之剩餘容量 Q_r ，並將容量刻度值 ΔQ_c 與平衡電壓 V_{equ} 之積累加在至當時為止之剩餘電力 W_r ，重複由步驟S33開始之處理。

另一方面，電池容量計算裝置10判定預測電壓 V_{pre} 在放電停止電壓 V_{cut} 以下時，在步驟S37，輸出至當時為止之剩餘容量 Q_r 及/或剩餘電力 W_r ，而將其記憶於控制電路13之記憶部16，且必要時，經由通信部17，對電子機器20發送至剩餘容量 Q_r 與剩餘電力 W_r ，而結束一連串之第1剩餘容量計算步驟。

如此，電池容量計算裝置10判定非放電末期時，計算現在之平衡電壓 C_{equ} 與端子電壓 V_{mea} 之差分之電壓降 ΔV ，利用由平衡電壓 C_{equ} 減去電壓降 ΔV 而計算預測電壓 V_{pre} ，即可預測將來之放電曲線 C_{pre} ，計算剩餘容量 Q_r 及剩餘電力 W_r 。又，電池容量計算裝置10雖逐次地計算剩餘容量 Q_r 與剩餘電力 W_r ，但也可不對電子機器20逐次發送剩餘容量 Q_r 與剩餘電力 W_r ，而利用控制電路13之運算部15計算過去數次份之平均值，經由通信部17，對電子機器20發送此平均值。

其次，說明第2剩餘容量計算步驟。

電池容量計算裝置10轉移至第2剩餘容量計算步驟時，如圖14所示，在步驟S41，利用控制電路13之運算部15，將直流電阻 R_{dc} 與電流值 I 之積累加於端子電壓 V_{mea} ，計算現在之放電容量 Q_{mea} 之推定之平衡電壓 V_{ocv} ($= V_{mea} + \Delta V_{dc} =$

$V_{\text{mea}} + I \cdot R_{\text{dc}}$)。

接著，電池容量計算裝置10在步驟S42，利用控制電路13之運算部15，參照記憶於記憶部16之平衡電壓曲線 C_{equ} ，計算對應於推定之平衡電壓 V_{ocv} 之推定之放電容量 Q_{ocv} 。

接著，電池容量計算裝置10在步驟S43，將各種參數復位而初始化。具體上，電池容量計算裝置10係將剩餘容量 Q_r 及剩餘電力 W_r 設置於"0"，並將現在之推定之放電容量 Q_{ocv} 設置為計算容量 Q_c 。

接著，電池容量計算裝置10在步驟S44，利用控制電路13之運算部15，將例如1 mAh之特定量之容量刻度值 ΔQ_c 累加在計算容量 Q_c ，以更新計算容量 Q_c 。

接著，電池容量計算裝置10在步驟S45，利用控制電路13之運算部15，參照記憶於記憶部16之平衡電壓曲線 C_{equ} ，計算對應於在步驟S44所更新計算容量 Q_c 之推定之平衡電壓 V_{ocv} ，並由計算之推定之平衡電壓 V_{ocv} 減去之直流電阻 R_{dc} 引起之電壓降，以計算預測電壓 $V_{\text{pre}} (= V_{\text{ocv}} - R_{\text{dc}} \times I)$ 。因此，電池容量計算裝置10可預測放電末期之放電曲線 C_{pre} 。

而，電池容量計算裝置10在步驟S46，利用控制電路13之運算部15將預測電壓 V_{pre} 與放電停止電壓 $V_{\text{cut}} (= 3.0 \text{ V})$ 作比較，判定預測電壓 V_{pre} 是否大於放電停止電壓 V_{cut} 。

在此，電池容量計算裝置10判定預測電壓 V_{pre} 大於放電停止電壓 V_{cut} 時，將處理轉移至步驟S47，利用控制電路13之運算部15將 $\Delta Q_c / (1 - dQ)$ 與預測電壓 V_{pre} 之積累加在至當時為止之剩餘容量 Q_r ，並將 $\Delta Q_c / (1 - dQ)$ 與預測電壓 V_{pre} 之積累

加在至當時為止之剩餘電力 W_r ，重複由步驟S44開始之處理。

另一方面，電池容量計算裝置10判定預測電壓 V_{pre} 在放電停止電壓 V_{cut} 以下時，在步驟S48，輸出至當時為止之剩餘容量 Q_r 與剩餘電力 W_r ，而將其記憶於控制電路13之記憶部16，且必要時，經由通信部17，對電子機器20發送至剩餘容量 Q_r 與剩餘電力 W_r ，而結束一連串之第2剩餘容量計算步驟。

如此，電池容量計算裝置10判定非接近於放電末期時，計算現在之放電容量 Q_{mea} 之推定之平衡電壓 V_{ocv} 與放電容量 Q_{ocv} ，由推定之平衡電壓 V_{ocv} 減去直流電阻 R_{dc} 引起之電壓降而計算預測電壓 V_{pre} ，即可預測將來之放電曲線 C_{pre} ，依據現在之容量差 ΔQ_{mea} 與容量差之減少率 dQ ，可計算剩餘容量 Q_r 及剩餘電力 W_r 。又，電池容量計算裝置10雖逐次地計算剩餘容量 Q_r 與剩餘電力 W_r ，但也可不對電子機器20逐次發送剩餘容量 Q_r 與剩餘電力 W_r ，而如上所述，利用控制電路13之運算部15計算過去數次份之平均值，經由通信部17，對電子機器20發送此平均值。

電池容量計算裝置10在圖12所示之放電處理步驟中，依據是否接近於放電末期之判定，切換執行第1剩餘容量計算步驟或第2剩餘容量計算步驟。電池容量計算裝置10經過此等步驟S27之第1剩餘容量計算步驟或步驟S28之第2剩餘容量計算步驟後，結束一連串之放電處理步驟，將處理轉移至圖10中之步驟S1。

電池容量計算裝置10可經過此種放電處理步驟，在放電中計算剩餘容量 Q_r 及剩餘電力 W_r 。尤其，電池容量計算裝置10可在放電末期藉由對第2剩餘容量計算步驟之轉移，極正確地計算剩餘容量 Q_r 及剩餘電力 W_r 。

最後，說明步驟S7之休止處理步驟。

電池容量計算裝置10轉移至休止處理步驟時，如圖15所示，在步驟S51，利用控制電路13之運算部15判定現在之狀態為強制地被休止之強制休止狀態或通常之休止狀態。

在此，電池容量計算裝置10判定為通常之休止狀態時，在步驟S52，利用控制電路13之運算部15判定端子電壓 V_{mea} 是否穩定。具體上，電池容量計算裝置10係藉由休止狀態是否經過例如30分以上之特定時間而判定端子電壓 V_{mea} 是否穩定。電池容量計算裝置10判定端子電壓 V_{mea} 非穩定時，直接結束一連串之休止處理步驟，將處理轉移至圖10中步驟S1。另一方面，電池容量計算裝置10判定端子電壓 V_{mea} 穩定時，在圖15中步驟S53，利用電壓測定電路11測定當時之端子電壓 V_{mea} ，以作為平衡電壓 V_{equ} ，使此平衡電壓 V_{equ} 對應於現在之放電容量 Q_{mea} 而記憶於控制電路13之記憶部16，將處理轉移至步驟S58。

另一方面，電池容量計算裝置10在步驟S51，判定為強制休止狀態時，在步驟S54，逐次地將電壓測定電路11測定之端子電壓 V_{mea} 記憶於控制電路13之記憶部16，在步驟S55，利用運算部15判定強制休止狀態繼續之時間。

在此，電池容量計算裝置10判定強制休止狀態繼續之時

間例如不滿例如1分之特定時間 t 時，直接結束一連串之休止處理步驟，將處理轉移至圖10中步驟S1。另一方面，電池容量計算裝置10判定強制休止狀態繼續之時間在特定時間 t 以上時，在步驟S56，依據記憶於控制電路13之記憶部16之端子電壓 V_{mea} 之時間變化，利用運算部15推定平衡電壓 V_{equ} ，使此平衡電壓 V_{equ} 對應於當時之放電容量 Q_{mea} 而記憶於控制電路13之記憶部16。

而，電池容量計算裝置10在步驟S57，由控制電路13對開關14供應控制信號，重新開始充電。

接著，電池容量計算裝置10在步驟S58，判定記憶於控制電路13之記憶部16之平衡電壓 V_{equ} 之個數。

在此，電池容量計算裝置10判定平衡電壓 V_{equ} 之個數不滿2個時，直接結束一連串之休止處理步驟，將處理轉移至圖10中步驟S1。另一方面，電池容量計算裝置10判定平衡電壓 V_{equ} 之個數在2個以上時，利用控制電路13之運算部15，計算當時之平衡電壓曲線 C_{equ} 之收縮比 S 而結束一連串之休止處理步驟，將處理轉移至圖10中步驟S1。例如，電池容量計算裝置10如前面圖7所示，假設求得之平衡電壓為 V_1 、 V_2 ，對應於此等平衡電壓 V_1 、 V_2 之放電容量為 Q_1 、 Q_2 ($Q_2 > Q_1$)時，利用控制電路13之運算部15，參照記憶於記憶部16之初期電池之平衡電壓曲線，求平衡電壓為 V_1 、 V_2 之放電容量 Q_{ini1} 、 Q_{ini2} ，即可以 $(Q_2 - Q_1)/(Q_{ini2} - Q_{ini1})$ 計算收縮比 S 。

電池容量計算裝置10可經由此種休止處理步驟，求得平

衡電壓 V_{equ} ，利用此平衡電壓如上所述，正確地求得現在狀態之劣化電池之平衡電壓曲線。

如以上所說明，在作為本發明之本實施形態所示之電池容量計算方法中，利用測定放電中之端子電壓 V_{mea} 與電流值 I ，計算容量差 ΔQ ，可在放電中預測含放電末期之將來之放電曲線，計算剩餘容量及/或剩餘電力。尤其，在電池容量計算方法中，可不受溫度或電池劣化狀態等環境條件影響，而在完全放電以前，預測以往只有在大致完全放電才可能正確地計算之放電末期之正確之剩餘容量。

因此，在電池容量計算方法中，可大致完全地用完電池之容量，延長電子機器之實際使用時間。

又，在電池容量計算方法中，可減輕以往因不能大致完全地使用電池之容量所發生之電池之劣化，延長電池之壽命。

另外，在電池容量計算方法中，因可使電池在實際使用環境下大致完全地放電，故可藉測定由該時點至滿充電為止之充電容量，不管電池已變成何種程度之劣化品，也可正確地計算正確之滿充電容量。其結果，在電池容量計算方法中，可正確地掌握電池之劣化程度，對電池之利用者正確地提示更換該電池之時期。

又，本發明並不限定於上述之實施形態。例如在上述之實施形態中，雖係以採用鋰離子二次電池作為電池之例加以說明，但本發明可適用於任意之各種二次電池。

又，在上述之實施形態中，作為電池容量計算裝置 10 之

測定對象之電池雖以1個加以說明，但本發明可適用於互相串聯連接之多數電池或互相並聯連接之多數電池，甚至於由此等所組合之多數電池。此情形在剩餘容量之計算之際，雖然最好測定各電池之端子電壓及電流值，以計算各電池之剩餘容量，但也可測定整組電池全體之端子電壓及電流值，以計算整組電池全體之剩餘容量。

另外，在上述之實施形態中，雖係就作為適用電池容量計算方法之具體的裝置之電池容量計算裝置10加以說明，但本發明之電子機器例如為個人電腦等之情形時，也可利用此電子機器可執行之程式之方式加以實現。此時，此程式既可利用事先安裝於電子機器之方式提供，也可以紀錄於例如CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory：音碟唯讀記憶體)等各種記憶媒體之狀態分發提供給用戶，又，也可經由特定之通信線路分發提供給用戶。

如此，本發明在不脫離其趣旨之範圍內，可作種種適當之變更，自係不待贅言。

如以上所詳細說明，本發明之電池容量計算方法、電池容量計算裝置、以及電池容量計算程式係分別逐次測定放電時之端子電壓 V_{mea} 與電流值 I ，依據此端子電壓 V_{mea} 與電流值 I ，計算放電容量 Q_{mea} 與推定之放電容量 Q_{ocv} ，依據此等之差分之容量差 ΔQ ，在放電中預測含放電末期之將來之放電曲線 C_{pre} 。因此，在任何環境條件下，均可在放電中求出以往只有在大致完全放電才可能計算之正確之剩餘容量及/或剩餘電力。

因此，本發明之電池容量計算方法、電池容量計算裝置、以及電池容量計算程式可大致完全地用完二次電池之容量，故可延長此二次電池之實際使用時間，減輕二次電池之劣化，延長電池之壽命。

【圖式簡單說明】

圖1係停止放電時之電壓變化之曲線圖兼表示本發明之實施形態之電池容量計算方法之原理之曲線圖。

圖2係對放電時之放電容量之端子電壓之關係及對推定之平衡電壓之推定之放電容量之關係之曲線圖。

圖3係放電容量與容量差之關係之曲線圖。

圖4係表示放電容量與平衡電壓之關係之平衡電壓曲線之曲線圖。

圖5係放電容量與電壓之關係之曲線圖兼依據放電時之端子電壓與平衡電壓之差分之電壓降計算剩餘容量及剩餘電力之方法之曲線圖。

圖6係放電容量與電壓之關係之曲線圖兼依據補正放電時之端子電壓之推定之平衡電壓與容量差預測放電末期之放電曲線，計算剩餘容量及剩餘電力之方法之曲線圖。

圖7係初期電池之平衡電壓曲線與劣化電池之平衡電壓曲線之曲線圖兼依據收縮比求出劣化電池之平衡電壓曲線之方法之曲線圖。

圖8係強制地停止充電時，電壓變化率之絕對值之平方根對距離停止充電之時間之對數呈現略近直線地減少之情形之曲線圖。

圖 9 係說明有關適用該電池容量計算方法之具體的電池容量計算裝置之區塊圖。

圖 10 係說明在該電池容量計算裝置中計算電池之剩餘容量及/或剩餘電力之際之一連串之處理之流程圖。

圖 11 係曲線圖 10 所示之充電處理步驟之詳細內容之流程圖。

圖 12 係曲線圖 10 所示之放電處理步驟之詳細內容之流程圖。

圖 13 係曲線圖 12 所示之第 1 剩餘容量計算步驟之詳細內容之流程圖。

圖 14 係曲線圖 12 所示之第 2 剩餘容量計算步驟之詳細內容之流程圖。

圖 15 係曲線圖 10 所示之休止處理步驟之詳細內容之流程圖。

圖 16 係端子電壓與剩餘容量之關係之曲線圖兼特性依初期電池與劣化電池而變化之情形之曲線圖。

圖 17 係電壓與放電容量之關係之曲線圖兼電池之內部阻抗引起之電壓降依存於放電容量而變化之情形之曲線圖。

【圖式代表符號說明】

1	電池
2	電阻
10	電池容量計算裝置
11	電壓測定電路
12	電流測定電路

13	控制電路
14	開關
15	運算部
16	記憶部
17	通信部
20	電子機器
I	電流值
Q_{mea}	計算放電容量
Q_{ocv}	放電容量
V_{mea}	端子電壓

伍、中文發明摘要：

本發明係關於不受溫度或劣化狀態等環境條件影響，尤其可在放電末期極正確地計算二次電池之剩餘容量之電池容量計算方法。電池容量計算裝置(10)具備電壓測定電路(11)，其係測定放電時之電池(1)之端子電壓(V_{mea})者；電流測定電路(12)，其係測定放電時之電池(1)之電流值(I)者；及控制電路(13)，其係計算剩餘容量及/或剩餘電力者。控制電路(13)之運算部(15)係依據電壓測定電路(11)及電流測定電路(12)所測定之端子電壓(V_{mea})與電流值(I)，計算放電容量(Q_{mea})與推定之放電容量(Q_{ocv})，依據此等之差分之容量差(ΔQ)，在放電中預測含放電末期之將來之放電曲線(C_{pre})，依據預測之放電曲線(C_{pre})，計算電池(1)之剩餘容量及/或剩餘電力。

陸、日文發明摘要：

温度や劣化状態といった環境条件によらず、二次電池の残容量を特に放電末期で極めて正確に算出することができる電池容量算出方法である。電池容量算出装置(10)は、放電時における電池(1)の端子電圧(V_{mea})を測定する電圧測定回路(11)と、放電時における電池(1)の電流値(I)を測定する電流測定回路(12)と、残容量及び/又は残電力を算出する制御回路(13)とを備える。制御回路(13)における演算部(15)は、電圧測定回路(11)及び電流測定回路(12)によって測定した端子電圧(V_{mea})と電流値(I)とに基づいて、放電容量(Q_{mea})と見かけ上の放電容量(Q_{ocv})とを算出し、これらの差分である容量ずれ(ΔQ)に基づいて、放電末期を含む将来における放電曲線(C_{pre})を放電中に予測し、予測した放電曲線(C_{pre})に基づいて、電池(1)の残容量及び/又は残電力を算出する。

拾、申請專利範圍：

1. 一種電池容量計算方法，其特徵在於用於計算二次電池之剩餘容量及/或剩餘電力者；且包含：

平衡電壓曲線計算步驟，其係計算表示上述二次電池之放電容量與平衡電壓之關係之平衡電壓曲線 C_{equ} 者；

電壓·電流測定步驟，其係測定放電時之上述二次電池之端子電壓 V_{mea} 與電流值 I 者；

放電容量計算步驟，其係依據上述電壓·電流測定步驟測定之上述端子電壓 V_{mea} 及上述電流值 I ，計算上述二次電池之放電容量 Q_{mea} 者；

推定之平衡電壓計算步驟，其係將直流電阻 R_{dc} 引起之電壓降 ΔV_{dc} 累加於上述端子電壓 V_{mea} 而計算推定之平衡電壓 V_{ocv} 者；

推定之放電容量計算步驟，其係依據上述平衡電壓曲線計算步驟計算之上述平衡電壓曲線 C_{equ} ，計算對應於上述平衡電壓計算步驟計算之上述推定之平衡電壓 V_{ocv} 之推定之放電容量 Q_{ocv} 者；

容量差計算步驟，其係計算上述放電容量 Q_{mea} 與上述推定之放電容量 Q_{ocv} 之差分之容量差 ΔQ 者；及

預測步驟，其係依據上述容量差計算步驟計算之上述容量差 ΔQ ，預測將來之放電曲線 C_{pre} 者。

2. 如申請專利範圍第1項之電池容量計算方法，其中在上述預測步驟中，在接近於放電末期時，依據上述放電容量計算步驟計算之上述放電容量 Q_{mea} 與上述容量差計

- 算步驟計算之上述容量差 ΔQ ，計算對放電容量之容量差之減少率 dQ ，依據上述容量差 ΔQ 與上述減少率 dQ ，預測將來之放電曲線 C_{pre} 者。
3. 如申請專利範圍第2項之電池容量計算方法，其中上述容量差 ΔQ 在接近於放電末期時，係以上述放電容量 Q_{mea} 之1次函數表示者。
 4. 如申請專利範圍第1項之電池容量計算方法，其中在上述預測步驟中，在非放電末期時，依據上述平衡電壓曲線 C_{equ} ，計算對應於上述放電容量 Q_{mea} 之平衡電壓 C_{equ} ，依據上述平衡電壓 C_{equ} 與上述端子電壓 V_{mea} 之差分之電壓降 ΔV ，預測將來之放電曲線 C_{pre} 者。
 5. 如申請專利範圍第4項之電池容量計算方法，其中在上述預測步驟中，利用由上述平衡電壓曲線 C_{equ} 減去上述電壓降 ΔV ，以預測上述放電曲線 C_{pre} 者。
 6. 如申請專利範圍第4項之電池容量計算方法，其中在上述預測步驟中，利用對應於到現在為止之最大負載之最大電壓降 ΔV_{max} 取代上述電壓降 ΔV 而預測上述放電曲線 C_{pre} 者。
 7. 如申請專利範圍第1項之電池容量計算方法，其中包含：剩餘容量·剩餘電力計算步驟，其係依據上述預測步驟預測之上述放電曲線 C_{pre} ，計算上述二次電池之剩餘容量及/或剩餘電力者。
 8. 如申請專利範圍第1項之電池容量計算方法，其中包含：切換步驟，其係依據上述推定之平衡電壓 V_{ocv} ，施

行是否接近於放電末期之判定，依照判定結果，切換上述放電曲線 C_{pre} 之預測方法者。

9. 如申請專利範圍第8項之電池容量計算方法，其中在上述切換步驟中，將上述推定之平衡電壓 V_{ocv} 與特定之臨限值作比較，以判定是否為接近於放電末期者。
10. 如申請專利範圍第1項之電池容量計算方法，其中在上述推定之平衡電壓計算步驟中，依據對應於電流變化之電壓變化，計算上述直流電阻 R_{dc} 者。
11. 如申請專利範圍第1項之電池容量計算方法，其中在上述推定之平衡電壓計算步驟中，依據平均電壓及平均電流值，計算上述直流電阻 R_{dc} 者。
12. 如申請專利範圍第1項之電池容量計算方法，其中在上述平衡電壓曲線計算步驟中，依據至少2點之平衡電壓與此等平衡電壓間之容量，計算上述平衡電壓曲線 C_{equ} 者。
13. 如申請專利範圍第12項之電池容量計算方法，其中在上述平衡電壓曲線計算步驟中，依據至少2點之平衡電壓與此等平衡電壓間之容量，計算利用上述二次電池之滿充電容量除以尚未劣化之初期電池之滿充電容量之商表示之收縮比 S 者。
14. 如申請專利範圍第1項之電池容量計算方法，其中在上述平衡電壓曲線計算步驟中，強制地停止充電而由其後之電壓變化求得平衡電壓者。
15. 如申請專利範圍第1項之電池容量計算方法，其中在上

述剩餘容量・剩餘電力計算步驟中，計算之上述剩餘容量及/或剩餘電力係被傳達至以上述二次電池為電源之電子機器者。

16. 一種電池容量計算裝置，其特徵在於用於計算二次電池之剩餘容量及/或剩餘電力者；且包含：

電壓測定手段，其係測定放電時之上述二次電池之端子電壓 V_{mea} 者；

電流測定手段，其係測定放電時之上述二次電池之電流值 I 者；及

運算處理手段，其係計算上述二次電池之剩餘容量及/或剩餘電力者；

上述運算處理手段係計算表示上述二次電池之放電容量與平衡電壓之關係之平衡電壓曲線 C_{equ} ，依據上述電壓測定手段測定之上述端子電壓 V_{mea} 與上述電流測定手段測定之上述電流值 I ，計算上述二次電池之放電容量 Q_{mea} ，將直流電阻 R_{dc} 引起之電壓降 ΔV_{dc} 累加於上述端子電壓 V_{mea} 而計算推定之平衡電壓 V_{ocv} ，依據上述平衡電壓曲線 C_{equ} ，計算對應於上述推定之平衡電壓 V_{ocv} 之推定之放電容量 Q_{ocv} ，計算上述放電容量 Q_{mea} 與上述推定之放電容量 Q_{ocv} 之差分之容量差 ΔQ ，依據上述容量差 ΔQ ，預測將來之放電曲線 C_{pre} 者。

17. 如申請專利範圍第16項之電池容量計算裝置，其中，上述運算處理手段係在接近於放電末期時，依據上述放電容量 Q_{mea} 與上述容量差 ΔQ ，計算對放電容量之容量差之

- 減少率 dQ ，依據上述容量差 ΔQ 與上述減少率 dQ ，預測將來之放電曲線 C_{pre} 者。
18. 如申請專利範圍第17項之電池容量計算裝置，其中上述容量差 ΔQ 在接近於放電末期時，係以上述放電容量 Q_{mea} 之1次函數表示者。
 19. 如申請專利範圍第16項之電池容量計算裝置，其中上述運算處理手段係在非放電末期時，依據上述平衡電壓曲線 C_{equ} ，計算對應於上述放電容量 Q_{mea} 之平衡電壓 C_{equ} ，依據上述平衡電壓 C_{equ} 與上述端子電壓 V_{mea} 之差分之電壓降 ΔV ，預測將來之放電曲線 C_{pre} 者。
 20. 如申請專利範圍第19項之電池容量計算裝置，其中上述運算處理手段係利用由上述平衡電壓曲線 C_{equ} 減去上述電壓降 ΔV ，以預測上述放電曲線 C_{pre} 者。
 21. 如申請專利範圍第19項之電池容量計算裝置，其中上述運算處理手段係利用對應於到現在為止之最大負載之最大電壓降 ΔV_{max} 取代上述電壓降 ΔV 而預測上述放電曲線 C_{pre} 者。
 22. 如申請專利範圍第16項之電池容量計算裝置，其中上述運算處理手段係依據預測之上述放電曲線 C_{pre} ，計算上述二次電池之剩餘容量及/或剩餘電力者。
 23. 如申請專利範圍第16項之電池容量計算裝置，其中上述運算處理手段係依據上述推定之平衡電壓 V_{ocv} ，施行是否接近於放電末期之判定，依照判定結果，切換上述放電曲線 C_{pre} 之預測方法者。

24. 如申請專利範圍第23項之電池容量計算裝置，其中上述運算處理手段係將上述推定之平衡電壓 V_{ocv} 與特定之臨限值作比較，以判定是否為接近於放電末期者。
25. 如申請專利範圍第16項之電池容量計算裝置，其中上述運算處理手段係依據對應於電流變化之電壓變化，計算上述直流電阻 R_{dc} 者。
26. 如申請專利範圍第16項之電池容量計算裝置，其中上述運算處理手段係依據平均電壓及平均電流值，計算上述直流電阻 R_{dc} 者。
27. 如申請專利範圍第16項之電池容量計算裝置，其中上述運算處理手段係依據至少2點之平衡電壓與此等平衡電壓間之容量，計算上述平衡電壓曲線 C_{equ} 者。
28. 如申請專利範圍第27項之電池容量計算裝置，其中上述運算處理手段係依據至少2點之平衡電壓與此等平衡電壓間之容量，計算利用上述二次電池之滿充電容量除以尚未劣化之初期電池之滿充電容量之商表示之收縮比 S 者。
29. 如申請專利範圍第16項之電池容量計算裝置，其中上述運算處理手段係強制地停止充電而由其後之電壓變化求得平衡電壓者。
30. 如申請專利範圍第16項之電池容量計算裝置，其中包含傳達手段，其係將上述運算處理手段所計算之上述剩餘容量及/或剩餘電力傳達至以上述二次電池為電源之電子機器者。

拾壹、圖式：

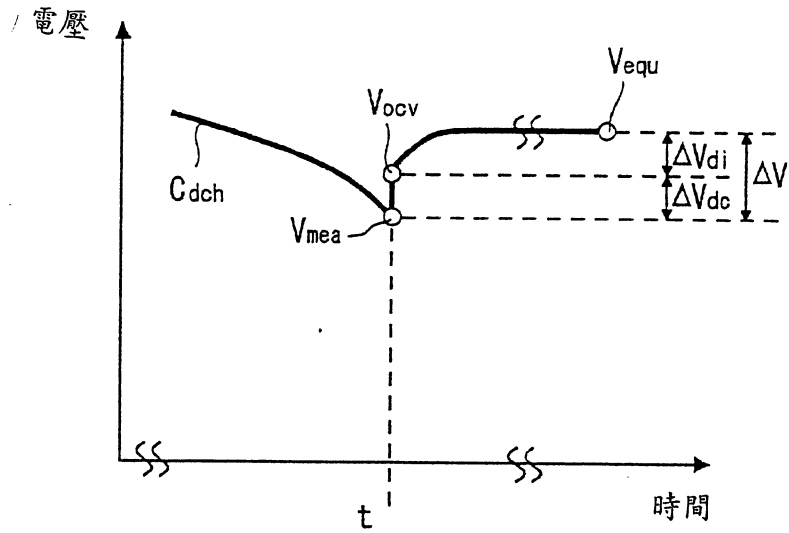


圖 1

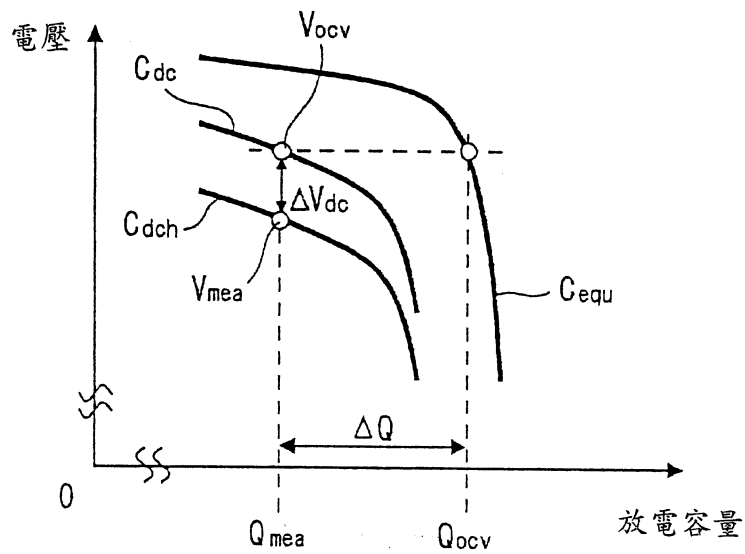


圖 2

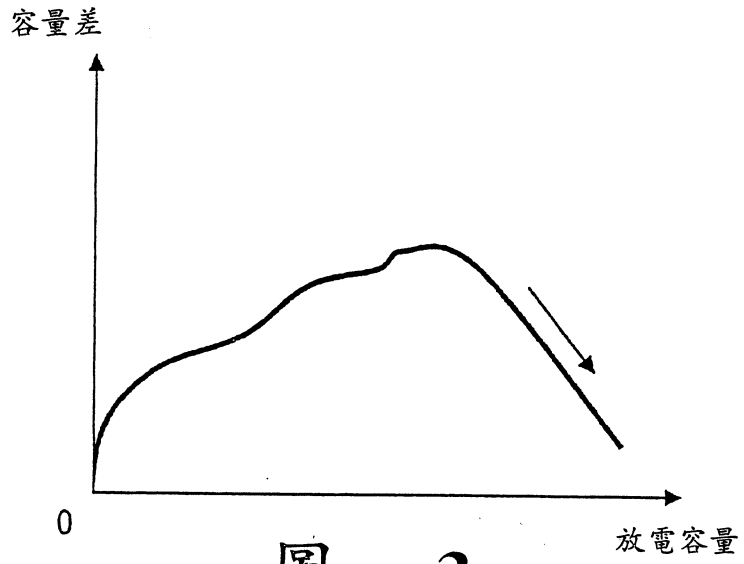


圖 3

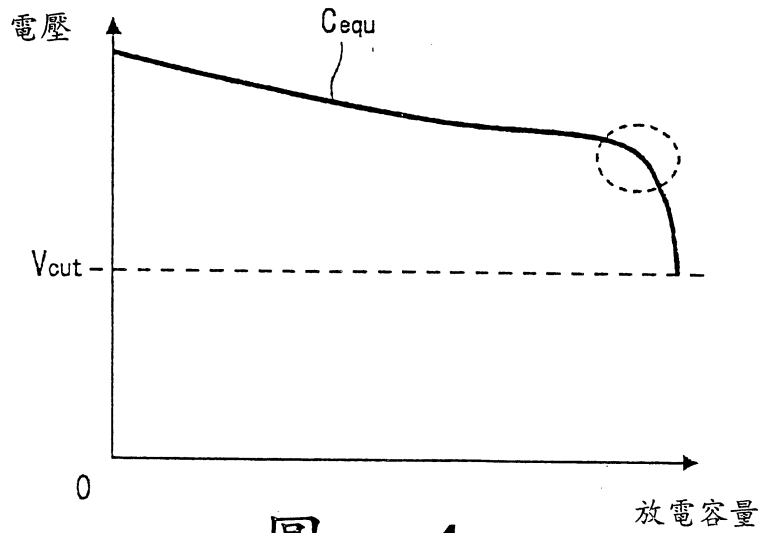


圖 4

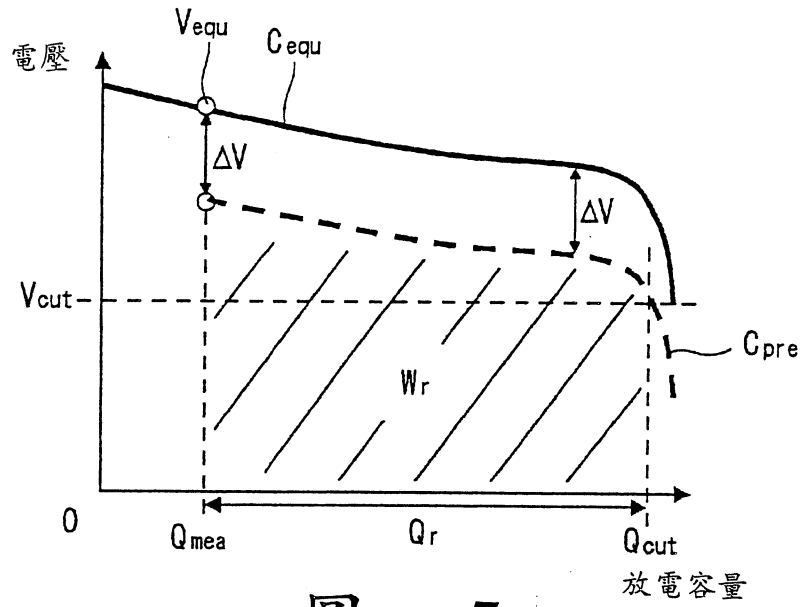


圖 5

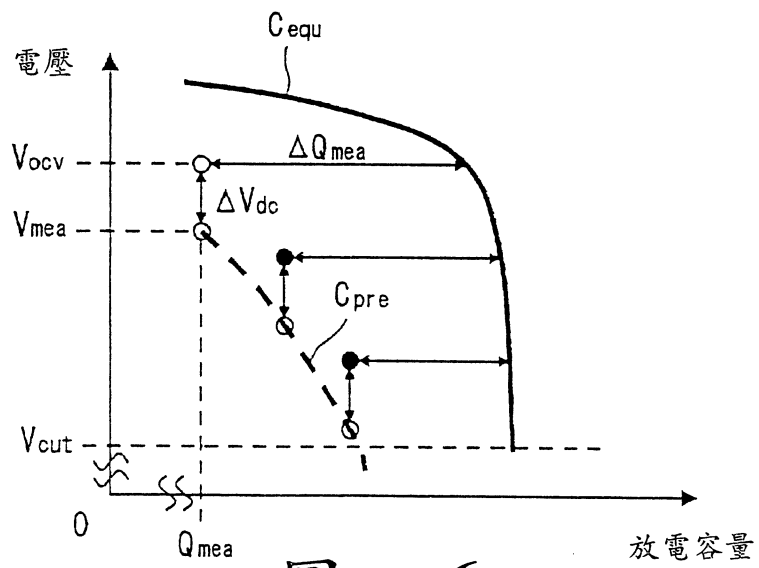


圖 6

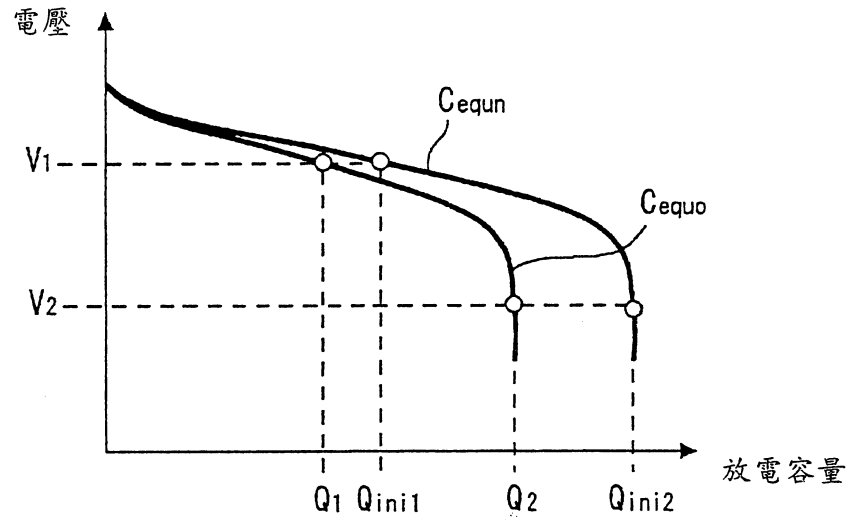


圖 7

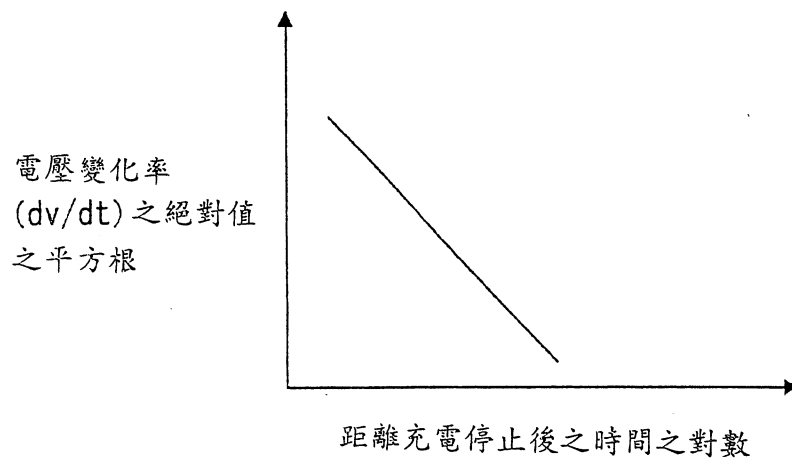


圖 8

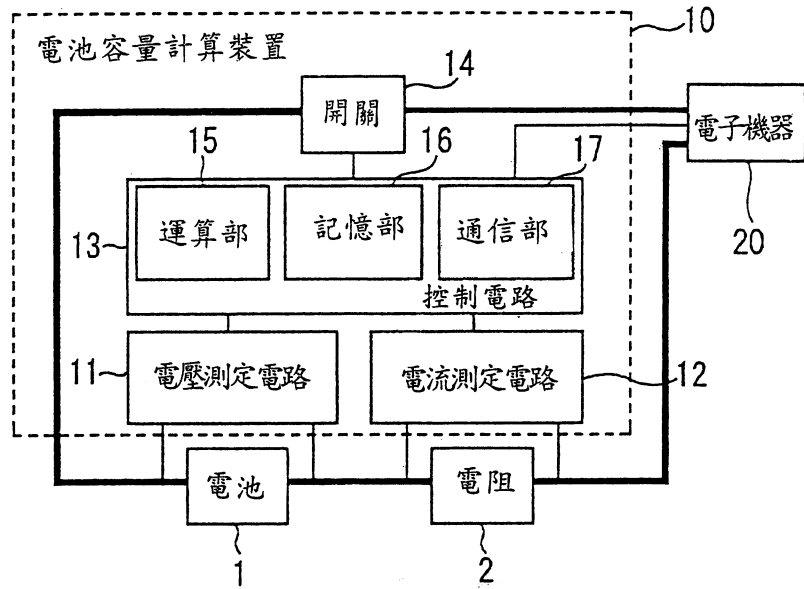


圖 9

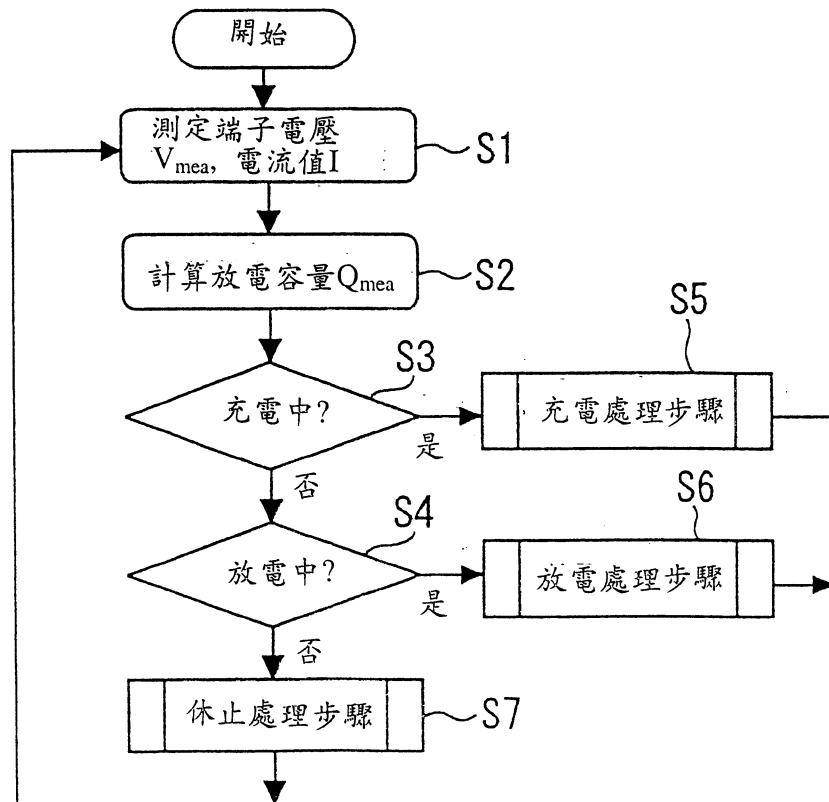


圖 10

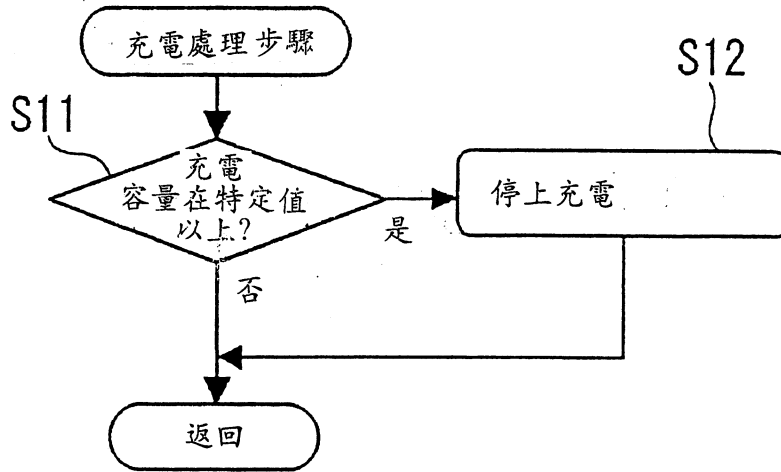


圖 11

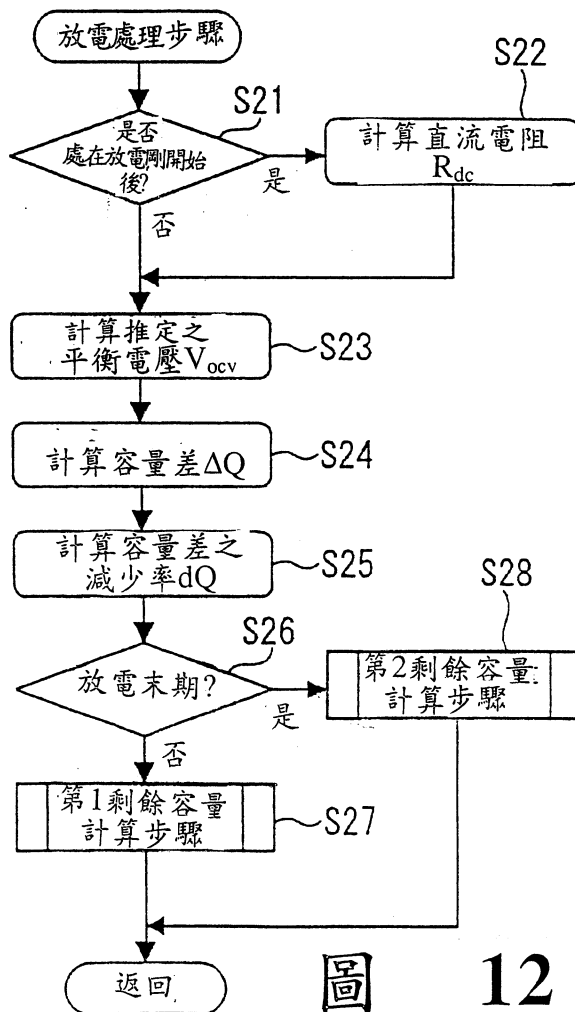


圖 12

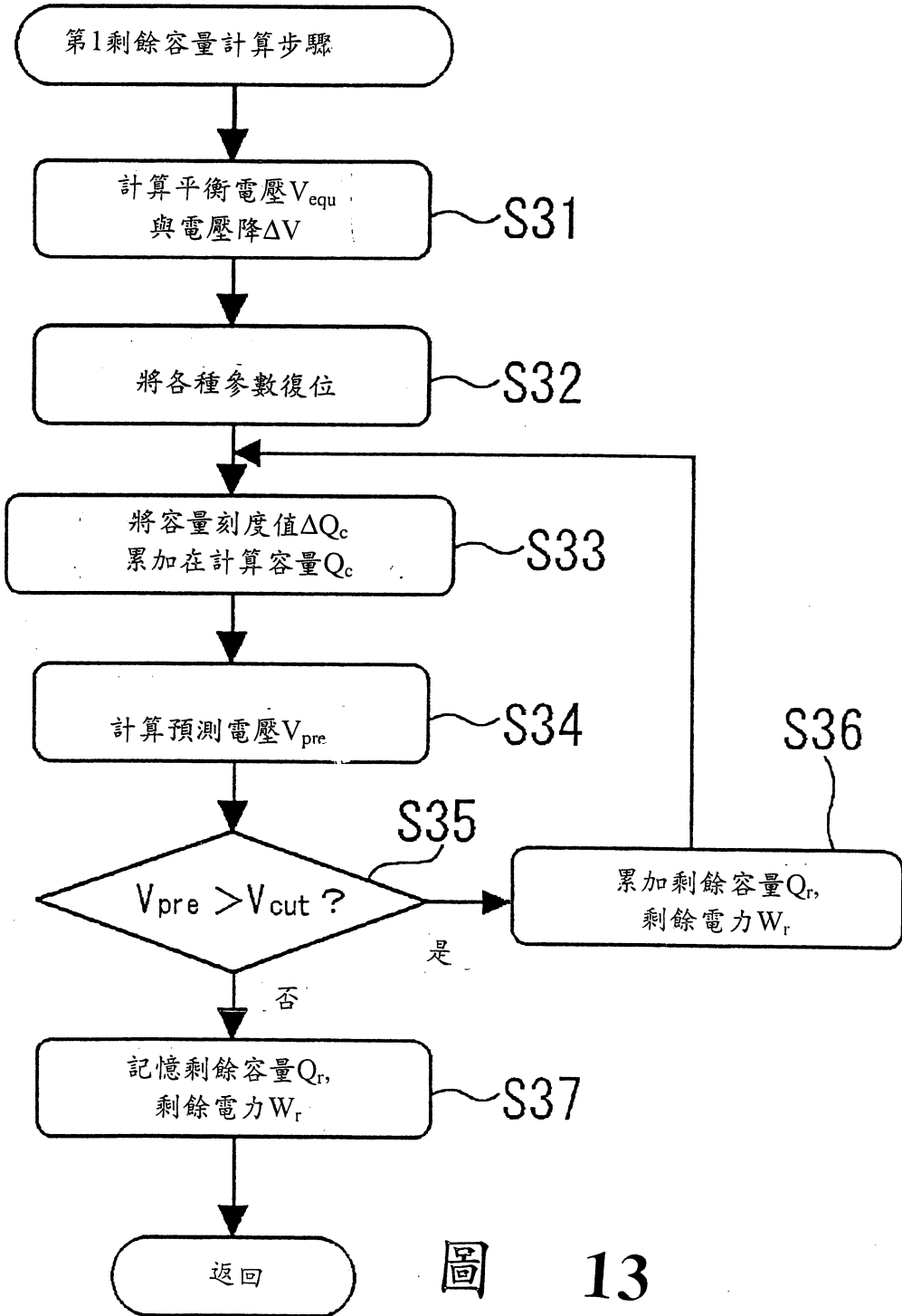


圖 13

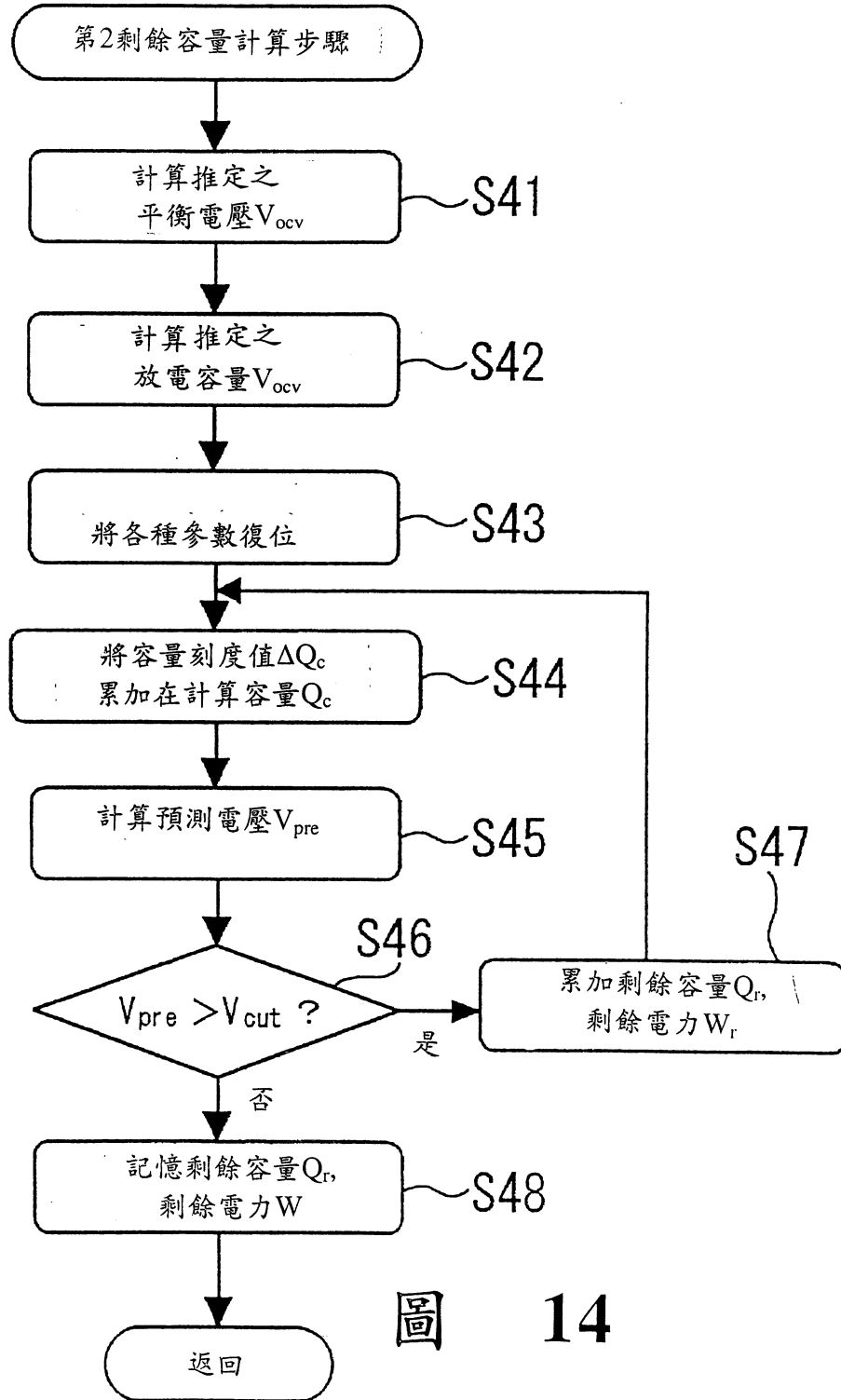


圖 14

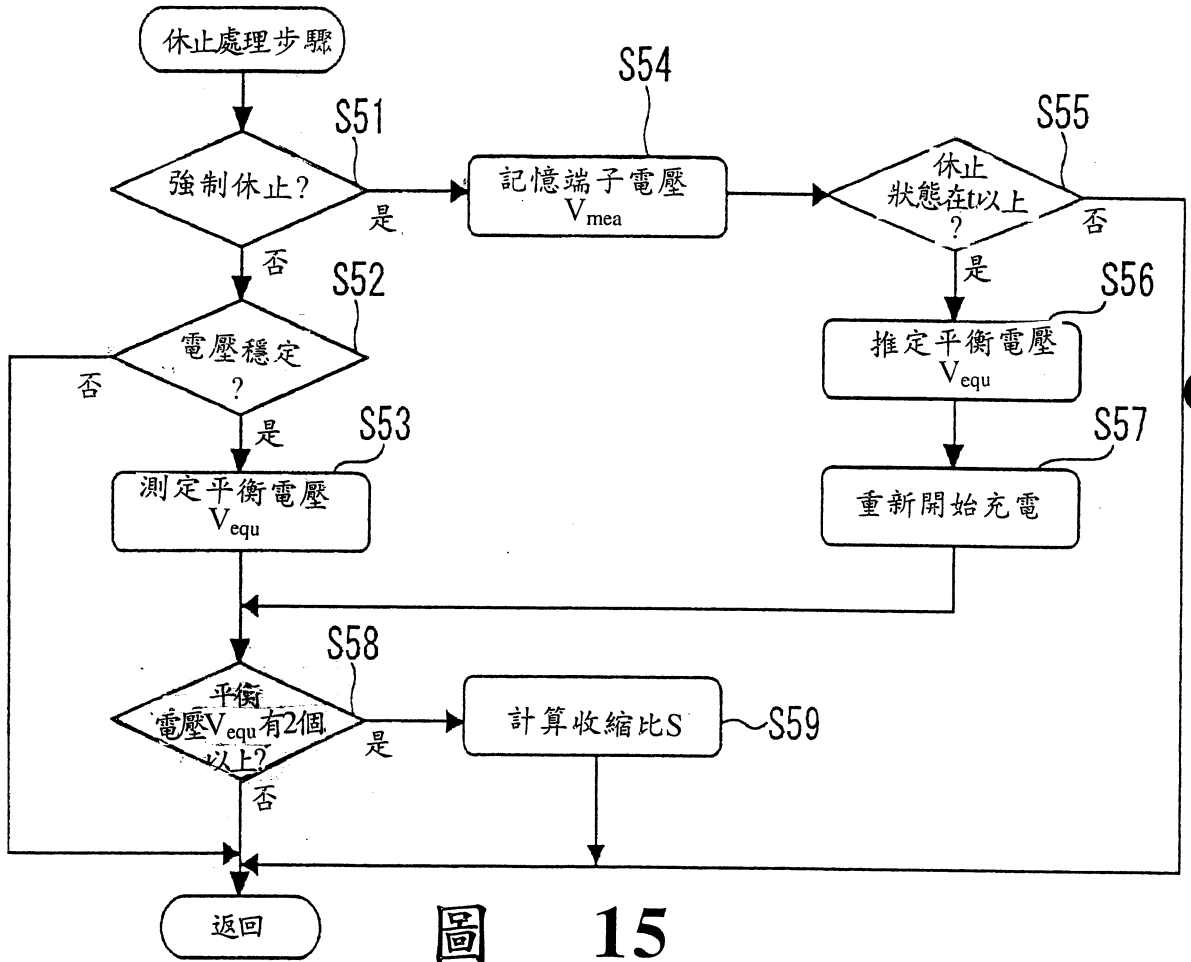


圖 15

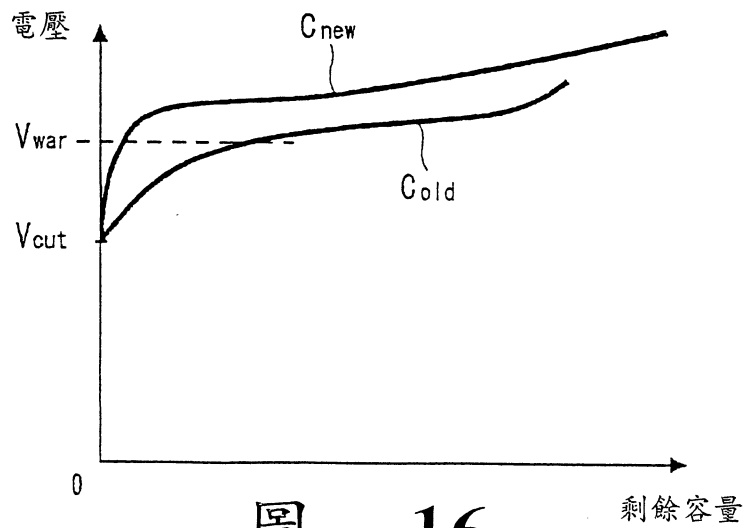


圖 16

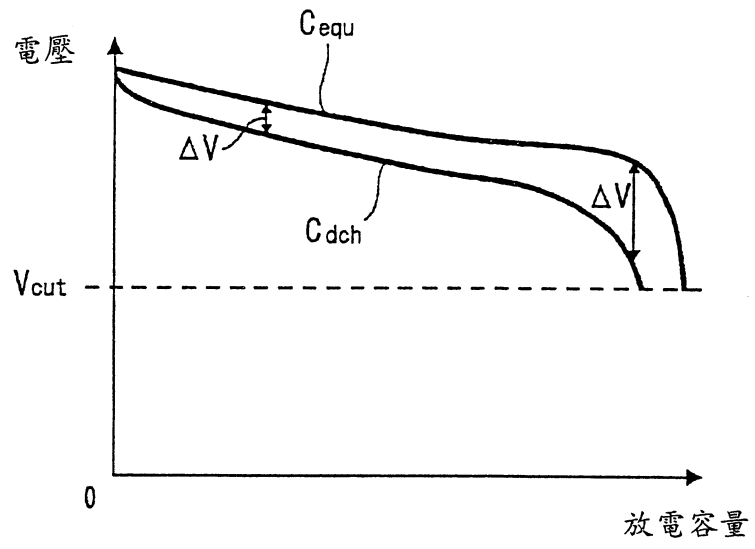


圖 17

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

V_{mea} 端子電壓

V_{equ} 平衡電壓

V_{ocv} 平衡電壓

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

公告本

發明專利說明書

94年5月6日 修正
補充

中文說明書替換本(94年5月)

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：

92131554

※申請日期：

92.11.11

※IPC 分類：

G01R³¹/58
H01M 10/48

壹、發明名稱：(中文/日文)

電池容量計算方法、電池容量計算裝置、以及電池容量計算程式

電池容量算出方法、電池容量算出裝置、及び電池容量算出プログラム

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/日文)

日商新力股份有限公司
SONY CORPORATION

代表人：(中文/英文)

安藤 國威
KUNITAKE ANDO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都品川區北品川六丁目七番 35 號
7-35, KITASHINAGAWA 6-CHOME, SHINAGAWA-KU, TOKYO,
JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN