201926840

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201926840 A

(43)公開日： 中華民國 108 (2019) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：106141638 (22)申請日： 中華民國 106 (2017) 年 11 月 29 日

(51)Int. Cl.： *H02J7/00 (2006.01)* *H02J15/00 (2006.01)*

(71)申請人：國立中山大學 (中華民國) NATIONAL SUN YAT-SEN UNIVERSITY (TW)
高雄市鼓山區蓮海路 70 號

(72)發明人：盧展南 LU, CHAN NAN (TW) ；黃昭銘 HUANG, JHAO MING (TW) ；林建宏 LIN, CHIEN HUNG (TW)

(74)代理人：黃耀霆

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：3 共 21 頁

(54)名稱

儲能系統及其充放電方法

ENERGY STORAGE SYSTEM AND CHARGING AND DISCHARGING METHOD

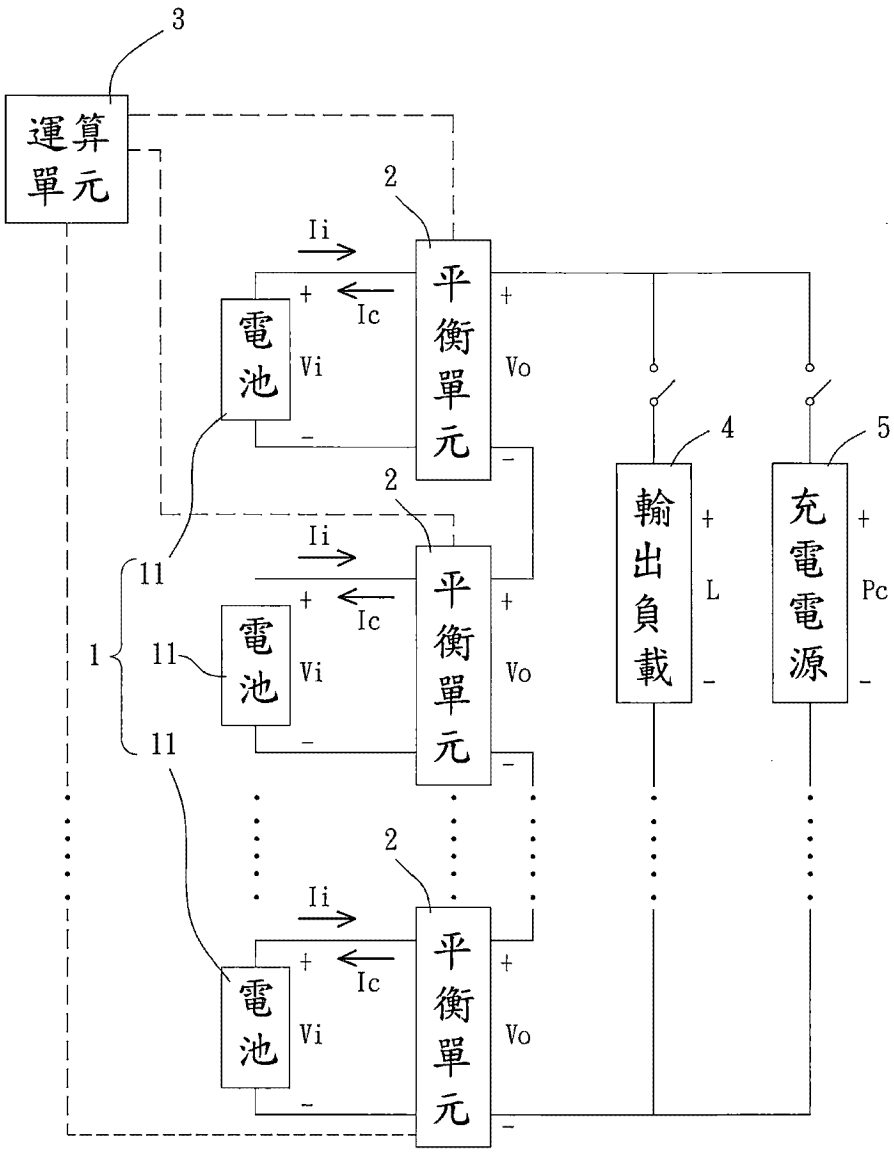
(57)摘要

一種儲能系統及其充放電方法，用以結合不同種類或狀態之電池並解決習知電池模組中的個別電池過充或過放的問題。該儲能系統由數個平衡單元一對一並聯數個電池，且該數個平衡單元以串聯方式連接，一運算單元分別耦合連接各該平衡單元；該充放電方法之步驟係包含：開始充放電前，離線量測各該電池初始之一電量狀態及一健康狀態，以決定各該電池的初始充放電比例；充放電過程中，估測各該電池即時之該電量狀態；運算最佳化充放電功率比例分配，由各該平衡單元產生一輸出電壓或產生一充電電流。

An energy storage system and a charging and discharging method are provided. The energy storage system is used to connect to different types or statuses of batteries to thereby prevent excessive charging or discharging of individual batteries of the conventional battery module. The energy storage system includes a plurality of serial-connected balancing units respectively connected with a plurality of batteries in parallel. A calculation unit is coupled with the balancing units. The charging and discharging method comprises measuring an initial power level and health condition of each of the batteries in an offline mode before the charging and discharging operations, so as to determine an initial charging/discharging rate of each battery; estimating an instant power level of each battery during the charging and discharging operations; and calculating an optimal charging/discharging power allocation rate so that each of the balancing units generates an output voltage or a charging current.

指定代表圖：

TW 201926840 A



第 1 圖

符號簡單說明：

1・・・電池模組

11・・・電池

2・・・平衡單元

3・・・運算單元

4・・・輸出負載

5・・・充電電源

Vi・・・電池端電壓

Ii・・・放電電流

Vo・・・輸出電壓

Ic・・・充電電流

L・・・負載需求

Pc・・・充電功率

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動）

【發明名稱】（中文/英文）

儲能系統及其充放電方法/ ENERGY STORAGE SYSTEM AND CHARGING AND DISCHARGING METHOD

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種儲能系統及其充放電方法，尤其是一種由不同狀態或種類之電池組合之儲能系統，及其可提高充放電效率及延長電池使用壽命的充放電方法。

【先前技術】

【0002】 將數個電池以串並聯方式組成一電池模組，該電池模組可具有輸出電壓高及放電時間長的特性，還可以反覆充放電，而廣泛應用於各式電力裝置。該電池模組可結合一電池管理系統（Battery Management System, BMS）或智慧電池系統（Smart Battery System, SBS），藉由測量及比較各該電池的二端電位差，或以通過各該電池之電流對時間積分換算各該電池的電量狀態（State of Charge, SOC），控制各該電池的充放電狀況，以達到平衡該數個電池的電量狀態，及提高充放電效率的目的。

【0003】 一習知的電池管理系統，通過一平衡模組比較各該電池的二端電位差及所有電池的電位差平均值，若高於平均則多放電或少充電，反之，低於平均則少放電或多充電。惟，當該電池模組由數個不同規格或不同健康狀態（State of Health, SOH）的電池組成，可能導致一或多個電池的電量狀態飽和仍持續充電，或一或多個電池的電量狀態遠低於其餘電池仍持續放電，而影響該電池模組的充放電效率，且縮短各該電池的使用壽命。

【0004】 另一習知的電池管理系統，係將串聯方式連接的該電池模組

的各該電池並聯一平衡電阻，使充電或放電過程產生的多餘電能，可通過各該平衡電阻轉換為熱能。惟，此方法造成額外的能量消耗，而降低該電池模組的充放電效率，且各該電池的狀態不同而具有不同的最佳充放電的電流，在串聯型態僅有單一電流通過，而無法達到各該電池的最佳充放電狀態。

【0005】 有鑑於此，習知的電池管理系統確實仍有加以改善之必要。

【發明內容】

【0006】 為解決上述問題，本發明提供一種儲能系統，使儲能系統內的各該電池獨立運轉，而不受其他電池狀態影響。

【0007】 本發明的目的提供一種充放電方法，經由最佳化運算分配功率，使放電時間拉長，且充放電結束時，各該電池的電量狀態平衡。

【0008】 本發明的儲能系統，包含：一電池模組，由數個電池組成該電池模組；數個平衡單元，該數個平衡單元一對一並聯該數個電池，且該數個平衡單元以串聯方式連接；一運算單元，記錄各該電池充放電的一工作時間，且該運算單元分別耦合連接各該平衡單元；一輸出負載，該輸出負載電性連接該數個平衡單元串聯後的首尾兩端；及一充電電源，該充電電源電性連接該數個平衡單元串聯後的首尾兩端，各該平衡單元量測各該電池的二端一電池端電壓、通過各該電池一放電電流、一充電電流及各該平衡單元之一輸出電壓，並傳送予該運算單元，由該運算單元估算各該電池之一電量狀態及運算最佳化功率比例分配，並由該運算單元控制各該平衡單元，使該電池模組透過各該平衡單元產生該輸出電壓作用於該輸出負載，或該充電電源透過各該平衡單元產生該充電電流作用於各該電池。

【0009】 據此，本發明的儲能系統，使各該電池通過各該平衡單元進行充放電，而不受其他電池的電量狀態及健康狀態影響，可避免各該電池之電量狀態飽和仍繼續充電，或電量狀態遠低於其餘電池仍持續放電，具

有提高充放電效率及延長各該電池的使用壽命的功效。

【0010】 其中，該運算單元以放電功率比例分配各該平衡單元產生該輸出電壓，該數個輸出電壓的總和滿足該輸出負載之一負載需求。如此，係具有穩定放電量及延長放電時間的功效。

【0011】 其中，該運算單元以充電功率比例分配該充電電源之一充電功率於各該平衡單元，各該平衡單元產生該充電電流通過各該電池。如此，係具有提升充電效率及充電後電量狀態相同的功效。

【0012】 其中，設定一截止電壓及一截止充電電量狀態於該運算單元。如此，可避免電池過度放電或過度充電，係具有提高充放電效率及保護電池的功效。

【0013】 一種放電方法，係應用於一儲能系統，該儲能系統由數個平衡單元一對一並聯數個電池，且該數個平衡單元以串聯方式連接，該方法之步驟係包含：開始放電前，設定一負載需求及一截止電壓；離線量測各該電池初始之一電量狀態及一健康狀態，以決定各該電池的初始放電比例；放電過程中，量測並記錄各該電池即時之一電池端電壓、一放電電流、各該平衡單元之一輸出電壓及一工作時間；估測各該電池即時之該電量狀態；運算最佳化放電功率比例分配，再換算為各該平衡單元之該輸出電壓，以滿足該負載需求，再回到量測步驟；及放電過程中，判斷各該電池之該電池端電壓是否小於或等於該截止電壓，若否，則進行估測及運算，重新分配各該輸出電壓，若是，則隔絕該電池不再放電，並判斷各該輸出電壓之總和是否能滿足該負載需求，若否，則停止放電，若是，則進行估測及運算，重新分配各該輸出電壓。

【0014】 其中，最佳化放電功率比例分配係運算求解一目標函數並符合數個限制式，該目標函數如下所示：

$$\min_{X_{a,k},t} \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=j}^{n} \left| SOC_j\left(X_{a,k}, t \mid T, Q, SOH_k\right) - SOC_k\left(X_{a,k}, t \mid T, Q, SOH_k\right) \right|$$

該數個限制式包含：

$$\sum_{k=1}^{n} X_{a,k} = 1$$

$$SOC_k\left(X_{a,k}, t \mid T, Q, SOH_k\right) = SOC_k(T) - \left(\frac{1}{Q * SOH_k} \int_T^t I_{i,k}(u) du \right)$$

其中，X_a 為各該電池之放電功率比例，t 為依據各該放電功率比例 X_a 使各該電量狀態差異最小的時刻，T 為該工作時間係量測各該電池的時刻，n 為電池個數，SOC 為各該電量狀態，SOH 為各該健康狀態，Ii 為各該放電電流係時間 u 的函數，Q 為各該電池的額定容量，j 及 k 為各該電池的編號，且 j=1, 2, 3,..., n 及 k=1, 2, 3,..., n 。如此，具有找出最佳功率比例分配的功效。

【0015】 其中，該數個限制式包含該數個電池的電壓特性方程式，以及各該放電電流、各該電池端電壓、各該電量狀態及各該平衡單元之導通率的不等限制式。如此，放電方法適用於不同種類且不同狀態的電池，具有找出最佳功率分配的功效。

【0016】 一種充電方法，係應用於一儲能系統，該儲能系統由數個平衡單元一對一並聯數個電池，且該數個平衡單元以串聯方式連接，該方法之步驟係包含：開始充電前，設定一充電功率及一截止充電電量狀態；離線量測各該電池初始之一電量狀態及一健康狀態，以決定各該電池的初始充電比例；充電過程中，量測並記錄各該電池即時之一電池端電壓及一充電電流及一工作時間；估測各該電池即時之該電量狀態；運算最佳化充電功率比例分配，再換算為各該平衡單元之各該充電電流，以滿足該充電功率，再回到量測步驟；及充電過程中，判斷各該電池之各該電量狀態是否

大於或等於該截止充電電量狀態，若否，則進行估測及運算，重新分配各該充電電流，若是，則隔絕該電池不再充電。

【0017】 其中，最佳化充電功率比例分配係運算求解一目標函數並符合數個限制式，該目標函數如下所示：

$$\min_{X_{b,j},t} \sum_{j=1}^{n} \left| SOC_{set} - SOC_j\left(X_{b,j}, t \mid T, Q, SOH_j\right) \right|$$

該數個限制式包含：

$$\sum_{j=1}^{n} X_{b,j} = 1$$

$$SOC_j\left(X_{b,j}, t \mid T, Q, SOH_j\right) = SOC_j(T) + \left(\frac{1}{Q * SOH_j} \int_T^t I_{c,j}(u) du \right)$$

其中，X_b 為各該電池之充電功率比例，t 為依據各該充電功率比例 X_b 使各該電量狀態差異最小的時刻，T 為該工作時間係量測各該電池的時刻，n 為電池個數，SOC 為各該電量狀態，SOH 為各該健康狀態，SOC_{set} 為該截止充電電量狀態，Ic 為各該充電電流係時間 u 的函數，Q 為各該電池的額定容量，j 為各該電池的編號，且 j=1, 2, 3,..., n。如此，具有找出最佳功率分配的功效。

【0018】 其中，該數個限制式包含該數個電池的電壓特性方程式，以及各該充電電流、各該電量狀態、各該電池端電壓及各該平衡單元之導通率的不等限制式。如此，充電方法適用於不同種類且不同狀態的電池，具有找出最佳功率分配的功效。

【0019】 據此，本發明的充放電方法，經由最佳化運算分配功率，可使放電時間拉長，且充放電結束時，各該電池的電量狀態平衡，具有提高充放電效率及延長各該電池的使用壽命的功效。

【圖式簡單說明】

【0020】

第 1 圖：本發明一較佳實施例的儲能系統圖。

第 2 圖：本發明一較佳實施例的放電方法的步驟方塊圖。

第 3 圖：本發明一較佳實施例的充電方法的步驟方塊圖。

【實施方式】

【0021】 為讓本發明之上述及其他目的、特徵及優點能更明顯易懂，下文特舉本發明之較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【0022】 請參照第 1 圖所示，其係本發明儲能系統的一實施例，係包含一電池模組 1、數個平衡單元 2、一運算單元 3、一輸出負載 4 及一充電電源 5，該數個平衡單元 2 分別電性連接該電池模組 1，及該數個平衡單元 2 分別耦合連接該運算單元 3，且該數個平衡單元 2 以串聯方式連接，該數個平衡單元 2 串聯後的首尾兩端電性連接該輸出負載 4 及該充電電源 5。

【0023】 該電池模組 1 包含數個電池 11，各該電池 11 可以有不同的電量狀態 SOC 及不同的健康狀態 SOH。

【0024】 該數個平衡單元 2 一對一並聯該數個電池 11，各該平衡單元 2 可具有一感測器，以量測各該電池 11 的二端一電池端電壓 Vi、通過各該電池 11 一放電電流 Ii、一充電電流 Ic 及各該平衡單元 2 之一輸出電壓 Vo 之數值，並轉換各該電池端電壓 Vi、各該放電電流 Ii、各該充電電流 Ic 及各該輸出電壓 Vo 之數值為訊號模式。各該平衡單元 2 可以是具有電壓及電流量測功能之功率優化器或直流-直流轉換器，可以控制該輸出電壓 Vo 或該充電電流 Ic。

【0025】 該運算單元 3 分別耦合連接各該平衡單元 2，該運算單元 3 可以訊號模式接收各該平衡單元 2 量測之各該電池端電壓 Vi、各該放電電流 Ii、各該充電電流 Ic 及各該輸出電壓 Vo 之數值，且該運算單元 3 記錄各該電池 11 進行充放電的一工作時間 T，使該運算單元 3 用以估算各該電

池 11 之各該電量狀態 SOC，其中，各該電池端電壓 Vi、各該放電電流 Ii、各該充電電流 Ic 及各該輸出電壓 Vo 及各該電量狀態 SOC 隨該工作時間 T 改變。該運算單元 3 可計算出最佳化的充放電功率比例分配，並對各該平衡單元 2 下指令；該運算單元 3 還可以設定一截止電壓 V_{off} 及一截止充電電量狀態 SOC_{set}。該運算單元 3 可以是電腦或微處理器。

【0026】 該輸出負載 4 具有一負載需求 L，該運算單元 3 可設定該負載需求 L，由該運算單元 3 令各該平衡單元 2 調整各該輸出電壓 Vo，使該數個輸出電壓 Vo 的總和滿足該負載需求 L，該負載需求 L 可以是負載電壓或負載功率。

【0027】 該充電電源 5 具有一充電功率 Pc，該運算單元 3 可設定該充電功率 Pc，由該運算單元 3 分配該充電功率 Pc，令各該平衡單元 2 控制通過各該電池 11 之各該充電電流 Ic。

【0028】 據由前述結構，該電池模組 1 通過該數個平衡單元 2 對該輸出負載 4 放電，或該充電電源 5 通過該數個平衡單元 2 對該電池模組 1 充電；當各該電池 11 之該電池端電壓 Vi 小於或等於該截止電壓 V_{off} 時，由對應並聯之該平衡單元 2 隔絕該電池 11，避免該電池 11 過度放電；當各該電池 11 之該電量狀態 SOC 大於或等於該截止充電電量狀態 SOC_{set} 時，由對應並聯之該平衡單元 2 隔絕該電池 11，避免該電池 11 過度充電。

【0029】 請參照第 2 圖所示，其係本發明放電方法的步驟方塊圖，開始放電前，設定該負載需求 L 及該截止電壓 V_{off}，並離線量測各該電池 11 初始之各該電量狀態 SOC 及各該健康狀態 SOH，以決定各該電池 11 的初始放電比例；放電過程中，量測並記錄各該電池 11 即時之各該電池端電壓 Vi、各該放電電流 Ii 及該工作時間 T，可再估測出即時的各該電量狀態 SOC，依據上述資訊可執行放電功率比例分配的最佳化運算，再換算為各該平衡單元 2 之各該輸出電壓 Vo，以滿足該負載需求 L；又，放電過程中，

判斷各該電池 11 之該電池端電壓 Vi 是否小於或等於該截止電壓 V_{off}，若否，則進行估測及運算，重新分配各該輸出電壓 Vo，若是，則隔絕該電池 11 不再放電，並判斷各該輸出電壓 Vo 之總和是否能滿足該負載需求 L，若否，則該電池模組 1 停止放電，若是，則進行估測及運算，重新分配各該輸出電壓 Vo；再回到量測步驟。

【0030】 放電功率比例分配的最佳化運算係求解一目標函數並符合數個限制式，該目標函數如下所示：

$$\min_{X_{a,k},t} \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=j}^{n}\left|SOC_j\left(X_{a,k},t\,|\,T,Q,SOH_k\right)-SOC_k\left(X_{a,k},t\,|\,T,Q,SOH_k\right)\right|$$

該數個限制式包含：

$$\sum_{k=1}^{n}X_{a,k}=1$$

$$SOC_k\left(X_{a,k},t\,|\,T,Q,SOH_k\right)=SOC_k(T)-\left(\frac{1}{Q*SOH_k}\int_T^t I_{i,k}(u)du\right)$$

其中，X_a 為各該電池 11 之放電功率比例，t 為依據各該放電功率比例 X_a 使各該電量狀態 SOC 差異最小的時刻，T 為該工作時間係量測各該電池 11 的時刻，n 為電池 11 的個數，SOC 為各該電量狀態，SOH 為各該健康狀態，Ii 為各該放電電流係時間 u 的函數，Q 為各該電池 11 的額定容量，j 及 k 為各該電池 11 的編號，且 j=1, 2, 3,..., n 及 k=1, 2, 3,..., n。

【0031】 該數個限制式可以是該數個電池 11 的電壓特性方程式，可依據使用不同種類的電池，更換對應的方程式；該數個限制式還可以是各該放電電流 Ii、各該電池端電壓 Vi、各該電量狀態 SOC 及各該平衡單元 2 之導通率的不等限制式。

【0032】 如此，各該電池 11 依據運算出的最佳放電功率比例，並透過各該平衡單元 2 供應各該輸出電壓 Vo，可使放電過後的各該電池 11 的各該電量狀態 SOC 之間的差異縮小，且延緩電量狀態 SOC 較低的電池 11

受到隔絕的時間，進而延長放電時間。

【0033】 請參照第 3 圖所示，其係本發明充電方法的步驟方塊圖，開始充電前，設定該充電功率 Pc 及該截止充電電量狀態 SOC_{set}，並離線量測各該電池 11 初始之各該電量狀態 SOC 及各該健康狀態 SOH，以決定各該電池 11 的初始充電比例；充電過程中，量測並記錄各該電池 11 即時之各該電池端電壓 Vi、各該充電電流 Ic 及該工作時間 T，可再估測出即時的各該電量狀態 SOC，依據上述資訊可執行充電功率比例分配的最佳化運算，再換算為各該平衡單元 2 對各該電池 11 充電之各該充電電流 Ic，以滿足該充電功率 Pc；又，充電過程中，判斷各該電池 11 之各該電量狀態 SOC 是否大於或等於該截止充電電量狀態 SOC_{set}，若否，則進行估測及運算，重新分配各該充電電流 Ic，若是，則隔絕該電池 11 不再充電；再回到量測步驟；當所有該電池 11 皆遭隔絕，則該電池模組 1 停止接受充電。

【0034】 充電功率比例分配的最佳化運算係求解一目標函數並符合數個限制式，該目標函數如下所示：

$$\min_{X_{b,j},t} \sum_{j=1}^{n} \left| SOC_{set} - SOC_j\left(X_{b,j}, t \mid T, Q, SOH_j\right) \right|$$

該數個限制式包含：

$$\sum_{j=1}^{n} X_{b,j} = 1$$

$$SOC_j\left(X_{b,j}, t \mid T, Q, SOH_j\right) = SOC_j(T) + \left(\frac{1}{Q * SOH_j} \int_T^t I_{c,j}(u)du \right)$$

其中，X_b 為各該電池 11 之充電功率比例，t 為依據各該充電功率比例 X_b 使各該電量狀態 SOC 差異最小的時刻，T 為該工作時間量測各該電池 11 的時刻，n 為電池 11 的個數，SOC 為各該電量狀態，SOH 為各該健康狀態，SOC_{set} 為該截止充電電量狀態，Ic 為各該充電電流係時間 u 的函數，Q 為

各該電池 11 的額定容量，j 為各該電池 11 的編號，且 j=1, 2, 3,..., n。

【0035】 該數個限制式可以是該數個電池 11 的電壓特性方程式，可依據使用不同種類的電池，更換對應的方程式；該數個限制式還可以是各該充電電流 Ic、各該電量狀態 SOC、各該電池端電壓 Vi 及各該平衡單元 2 之導通率的不等限制式。

【0036】 如此，各該平衡單元 2 依據運算出的最佳充電功率比例，以各該充電電流 Ic 對各該電池 11 充電，可使充電過後的各該電池 11 的各該電量狀態 SOC 之間的差異縮小，且避免過大的充電電流 Ic 對各該電池 11 造成損害。

【0037】 本發明的放電方法及充電方法應用於該數個電池，且各該電池 11 可以是不同種類的電池，且各該電量狀態 SOC 及各該健康狀態 SOH 可以不同。

【0038】 綜上所述，本發明的儲能系統及其充放電方法，使各該電池通過各該平衡單元進行充放電，而不受其他電池的電量狀態及健康狀態影響，且經由最佳化運算分配功率，可使放電時間拉長，且充放電結束時，各該電池的電量狀態平衡，具有提高充放電效率及延長各該電池的使用壽命的功效。

【0039】 雖然本發明已利用上述較佳實施例揭示，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者在不脫離本發明之精神和範圍之內，相對上述實施例進行各種更動與修改仍屬本發明所保護之技術範疇，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0040】

1　　電池模組

11　　電池

2	平衡單元	3	運算單元
4	輸出負載	5	充電電源
SOC	電量狀態	SOH	健康狀態
Vi	電池端電壓	Ii	放電電流
Vo	輸出電壓	Ic	充電電流
T	工作時間	V_{off}	截止電壓
SOC_{set}	截止充電電量狀態	L	負載需求
Pc	充電功率		

【生物材料寄存】：（無）

【序列表】：（無）

201926840

發明摘要

※ 申請案號：106141638

※ 申請日：106/11/29　　※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

儲能系統及其充放電方法/ ENERGY STORAGE SYSTEM AND CHARGING AND DISCHARGING METHOD

【中文】

一種儲能系統及其充放電方法，用以結合不同種類或狀態之電池並解決習知電池模組中的個別電池過充或過放的問題。該儲能系統由數個平衡單元一對一並聯數個電池，且該數個平衡單元以串聯方式連接，一運算單元分別耦合連接各該平衡單元；該充放電方法之步驟係包含：開始充放電前，離線量測各該電池初始之一電量狀態及一健康狀態，以決定各該電池的初始充放電比例；充放電過程中，估測各該電池即時之該電量狀態；運算最佳化充放電功率比例分配，由各該平衡單元產生一輸出電壓或產生一充電電流。

【英文】

An energy storage system and a charging and discharging method are provided. The energy storage system is used to connect to different types or statuses of batteries to thereby prevent excessive charging or discharging of individual batteries of the conventional battery module. The energy storage system includes a plurality of serial-connected balancing units respectively connected with a plurality of batteries in parallel. A calculation unit is coupled with the balancing units. The charging and discharging method comprises measuring an initial power level and health condition of each of the batteries in an offline mode before the charging and discharging operations, so as to

determine an initial charging/discharging rate of each battery; estimating an instant power level of each battery during the charging and discharging operations; and calculating an optimal charging/discharging power allocation rate so that each of the balancing units generates an output voltage or a charging current.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1	電池模組		
11	電池		
2	平衡單元	3	運算單元
4	輸出負載	5	充電電源
Vi	電池端電壓	Ii	放電電流
Vo	輸出電壓	Ic	充電電流
L	負載需求	Pc	充電功率

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

申請專利範圍

1. 一種儲能系統，包含：

一電池模組，由數個電池組成該電池模組；

數個平衡單元，該數個平衡單元一對一並聯該數個電池，且該數個平衡單元以串聯方式連接；

一運算單元，記錄各該電池充放電的一工作時間，且該運算單元分別耦合連接各該平衡單元；

一輸出負載，該輸出負載電性連接該數個平衡單元串聯後的首尾兩端；及

一充電電源，該充電電源電性連接該數個平衡單元串聯後的首尾兩端，各該平衡單元量測各該電池的二端一電池端電壓、通過各該電池一放電電流、一充電電流及各該平衡單元之一輸出電壓，並傳送予該運算單元，由該運算單元估算各該電池之一電量狀態及運算最佳化功率比例分配，並由該運算單元控制各該平衡單元，使該電池模組透過各該平衡單元產生該輸出電壓作用於該輸出負載，或該充電電源透過各該平衡單元產生該充電電流作用於各該電池。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之儲能系統，其中，該運算單元以放電功率比例分配各該平衡單元產生該輸出電壓，該數個輸出電壓的總和滿足該輸出負載之一負載需求。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之儲能系統，其中，該運算單元以充電功率比例分配該充電電源之一充電功率於各該平衡單元，各該平衡單元產生該充電電流通過各該電池。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之儲能系統，其中，設定一截止電壓及一截止充電電量狀態於該運算單元。

5. 一種放電方法，係應用於一儲能系統，該儲能系統由數個平衡單元一對

一並聯數個電池，且該數個平衡單元以串聯方式連接，該方法之步驟係包含：

開始放電前，設定一負載需求及一截止電壓；

離線量測各該電池初始之一電量狀態及一健康狀態，以決定各該電池的初始放電比例；

放電過程中，量測並記錄各該電池即時之一電池端電壓、一放電電流、各該平衡單元之一輸出電壓及一工作時間；

估測各該電池即時之該電量狀態；

運算最佳化放電功率比例分配，再換算為各該平衡單元之該輸出電壓，以滿足該負載需求，再回到量測步驟；及

放電過程中，判斷各該電池之該電池端電壓是否小於或等於該截止電壓，若否，則進行估測及運算，重新分配各該輸出電壓，若是，則隔絕該電池不再放電，並判斷各該輸出電壓總和是否能滿足該負載需求，若否，則停止放電，若是，則進行估測及運算，重新分配各該輸出電壓。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之放電方法，其中，最佳化放電功率比例分配係運算求解一目標函數並符合數個限制式，該目標函數如下所示：

$$\min_{X_{a,k},t} \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=j}^{n}\left|SOC_j\left(X_{a,k},t\,|\,T,Q,SOH_k\right)-SOC_k\left(X_{a,k},t\,|\,T,Q,SOH_k\right)\right|$$

該數個限制式包含：

$$\sum_{k=1}^{n}X_{a,k}=1$$

$$SOC_k\left(X_{a,k},t\,|\,T,Q,SOH_k\right)=SOC_k(T)-\left(\frac{1}{Q*SOH_k}\int_T^t I_{i,k}(u)du\right)$$

其中，X_a 為各該電池之放電功率比例，t 為依據各該放電功率比例 X_a 使各該電量狀態差異最小的時刻，T 為該工作時間係量測各該電池的時

刻，n 為電池個數，SOC 為各該電量狀態，SOH 為各該健康狀態，Ii 為各該放電電流係時間 u 的函數，Q 為各該電池的額定容量，j 及 k 為各該電池的編號，且 j=1, 2, 3,..., n 及 k=1, 2, 3,..., n。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之放電方法，其中，該數個限制式包含該數個電池的電壓特性方程式，以及各該放電電流、各該電池端電壓、各該電量狀態及各該平衡單元之導通率的不等限制式。

8. 一種充電方法，係應用於一儲能系統，該儲能系統由數個平衡單元一對一並聯數個電池，且該數個平衡單元以串聯方式連接，該方法之步驟係包含：

開始充電前，設定一充電功率及一截止充電電量狀態；

離線量測各該電池初始之一電量狀態及一健康狀態，以決定各該電池的初始充電比例；

充電過程中，量測並記錄各該電池即時之一電池端電壓及一充電電流及一工作時間；

估測各該電池即時之該電量狀態；

運算最佳化充電功率比例分配，再換算為各該平衡單元之各該充電電流，以滿足該充電功率，再回到量測步驟；及

充電過程中，判斷各該電池之各該電量狀態是否大於或等於該截止充電電量狀態，若否，則進行估測及運算，重新分配各該充電電流，若是，則隔絕該電池不再充電。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之充電方法，其中，最佳化充電功率比例分配係運算求解一目標函數並符合數個限制式，該目標函數如下所示：

$$\min_{X_{b,j},t} \sum_{j=1}^{n} \left| SOC_{set} - SOC_j\left(X_{b,j},t \mid T,Q,SOH_j\right) \right|$$

該數個限制式包含：

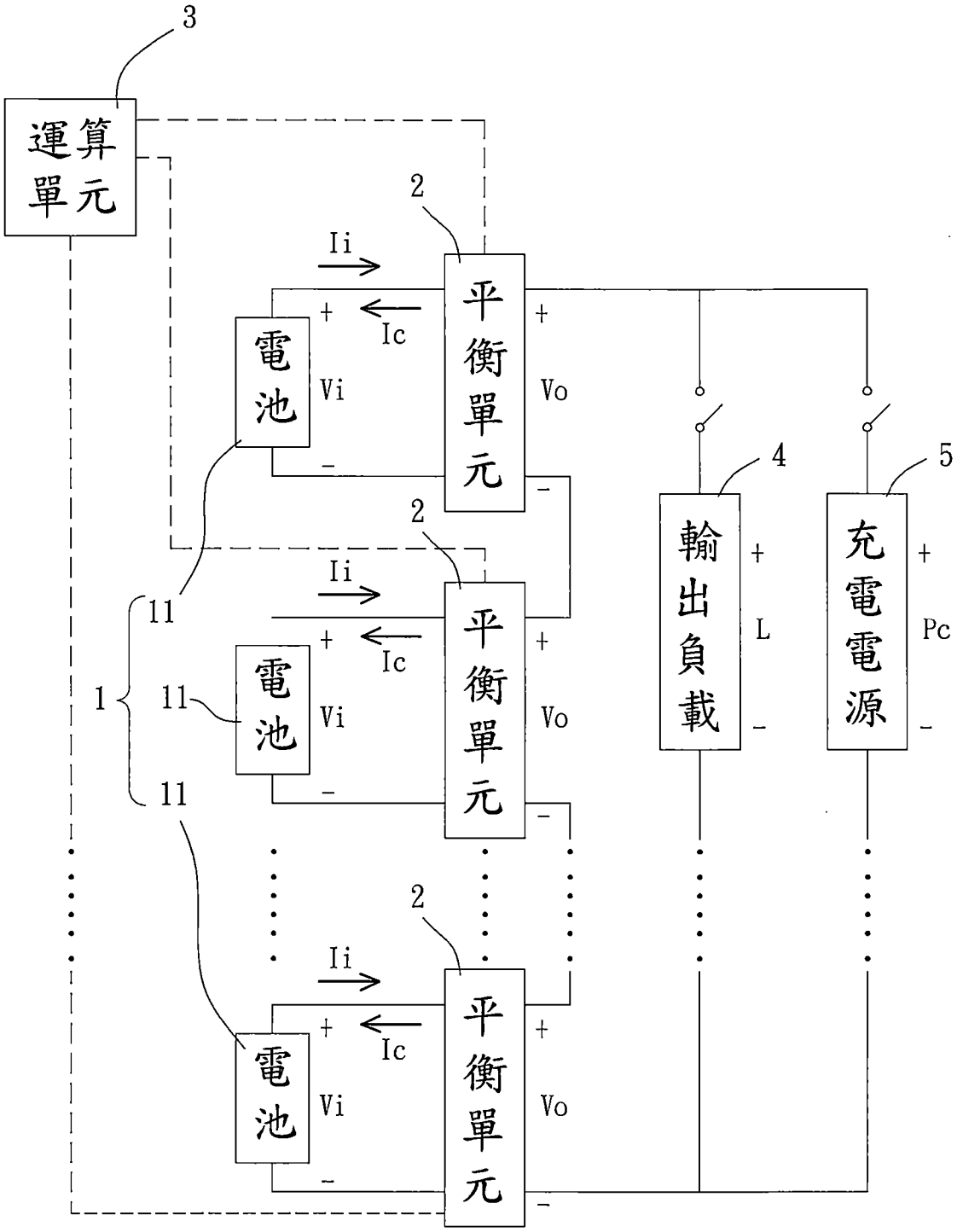
$$\sum_{j=1}^{n} X_{b,j} = 1$$

$$SOC_j\left(X_{b,j}, t \mid T, Q, SOH_j\right) = SOC_j(T) + \left(\frac{1}{Q * SOH_j} \int_T^t I_{c,j}(u)du\right)$$

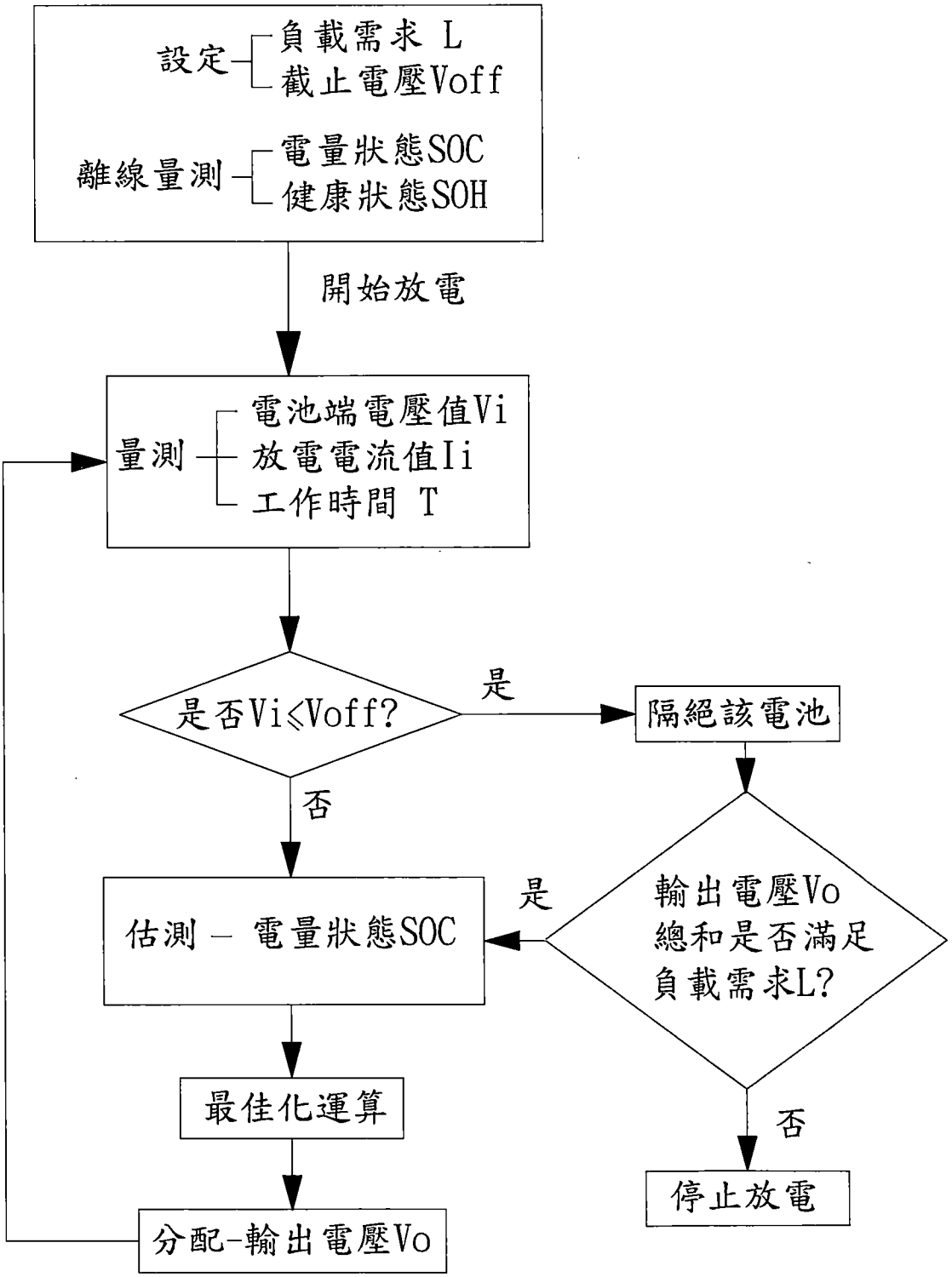
其中，X_b 為各該電池之充電功率比例，t 為依據各該充電功率比例 X_b 使各該電量狀態差異最小的時刻，T 為該工作時間係量測各該電池的時刻，n 為電池個數，SOC 為各該電量狀態，SOH 為各該健康狀態，SOC_{set} 為該截止充電電量狀態，Ic 為各該充電電流係時間 u 的函數，Q 為各該電池的額定容量，j 為各該電池的編號，且 j=1, 2, 3,..., n。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之充電方法，其中，該數個限制式包含該數個電池的電壓特性方程式，以及各該充電電流、各該電量狀態、各該電池端電壓及各該平衡單元之導通率的不等限制式。

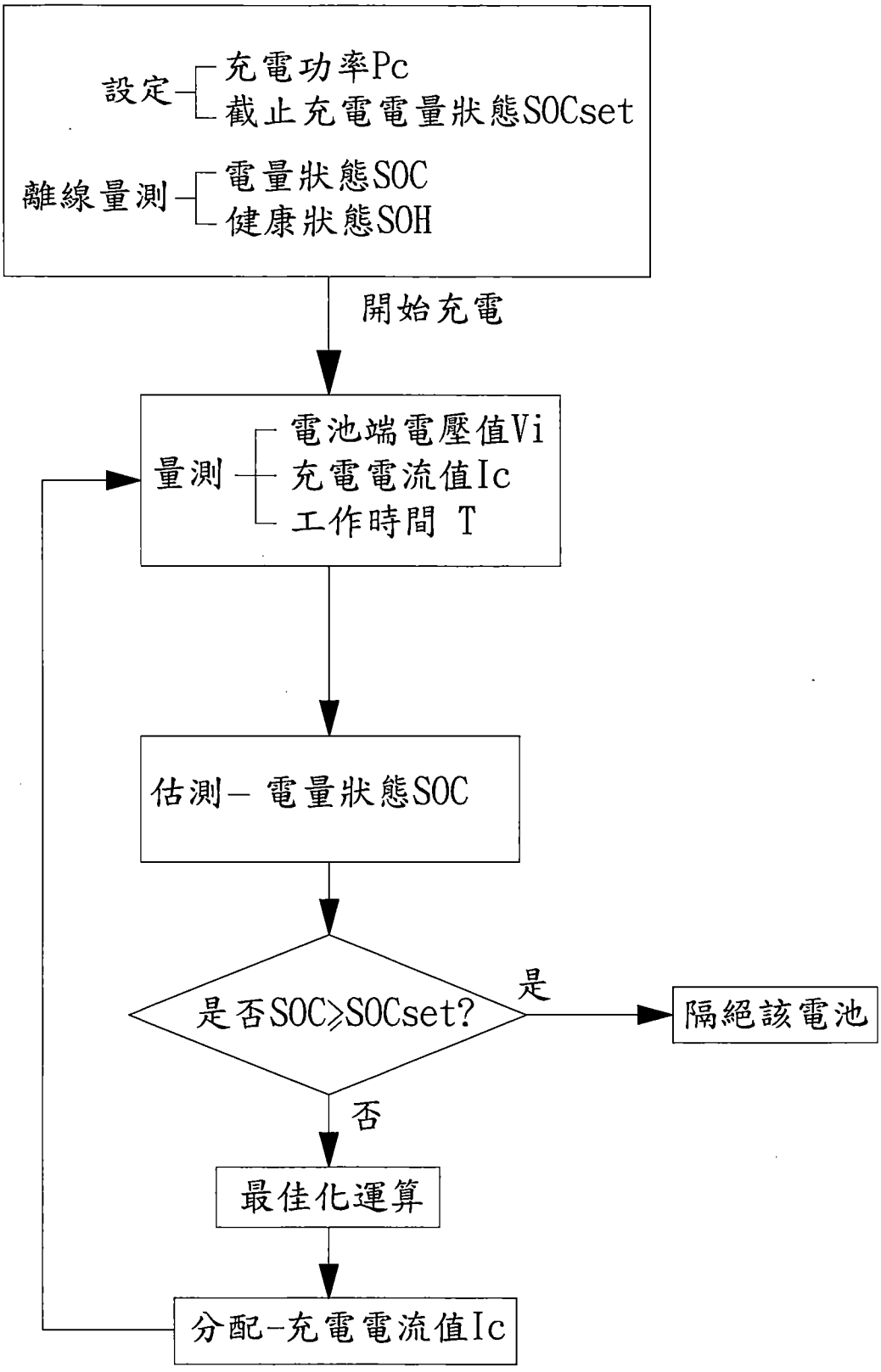
圖式



第 1 圖


設定
負載需求 L
截止電壓Voff
離線量測
電量狀態SOC
健康狀態SOH
開始放電
量測
電池端電壓值Vi
放電電流值Ii
工作時間 T
是否Vi≤Voff?
是
隔絕該電池
否
輸出電壓Vo
總和是否滿足
負載需求L?
是
否
估測－電量狀態SOC
最佳化運算
分配-輸出電壓Vo
停止放電

第 2 圖


設定
充電功率Pc
截止充電電量狀態SOCset
離線量測
電量狀態SOC
健康狀態SOH
開始充電
量測
電池端電壓值Vi
充電電流值Ic
工作時間 T
估測－ 電量狀態SOC
是否SOC≥SOCset?
是
隔絕該電池
否
最佳化運算
分配-充電電流值Ic

第 3 圖