



(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 I860921 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：112151003

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 12 月 27 日

(51)Int. Cl. : **B60W10/24 (2006.01)****B60W10/28 (2006.01)**

(71)申請人：亞福儲能股份有限公司 (中華民國) APH EPOWER CO., LTD. (TW)

高雄市路竹區路科五路 98 號 4F

(72)發明人：洪翊軒 HUNG, YI-HSUAN (TW)；陳建良 CHEN, CHIEN-LIANG (TW)；李陟 LI, CHI (TW)；蘇修賢 SU, HSIU-HSIEN (TW)；黃上正 HUANG, SHANG-ZENG (TW)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

TW 201610901A

CN 108001265A

CN 112014758A

CN 114475638A

US 2015/0073633A1

WO 2023/136164A1

審查人員：羅玉山

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：8 共 29 頁

(54)名稱

電池管理系統及其電池管理方法

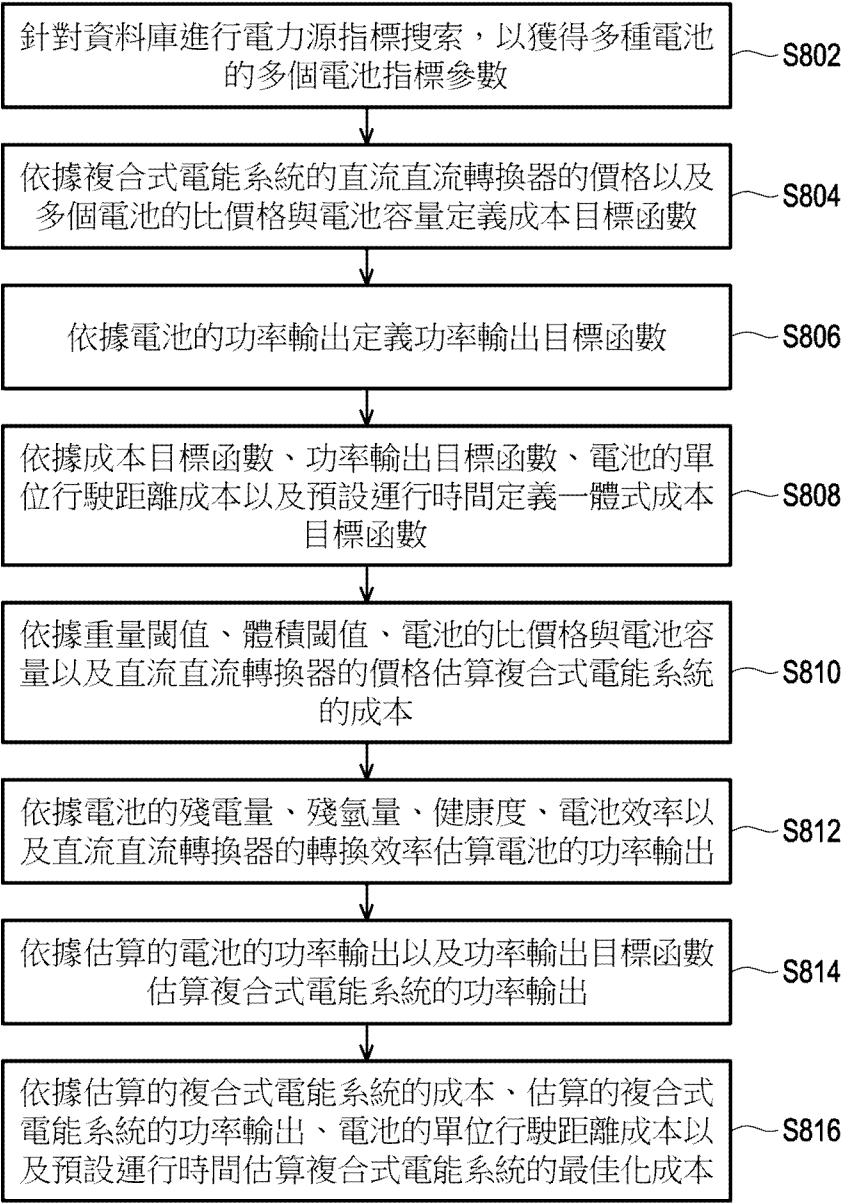
(57)摘要

一種電池管理系統及其電池管理方法。依據重量閾值、體積閾值、電池的比價格與電池容量估算複合式電能系統的成本。依據電池的殘電量、殘氫量、健康度、電池效率以及直流直流轉換器的轉換效率估算電池的功率輸出。依據估算的電池的功率輸出以及功率輸出目標函數估算複合式電能系統的功率輸出。依據估算的複合式電能系統的成本、估算的電池的功率輸出、電池的單位行駛距離成本以及預設運行時間估算複合式電能系統的最佳化成本。

A battery management system and a battery management method thereof are provided. Estimate cost of a hybrid energy storage system based on a weight threshold, a volume threshold, a specific price of a battery, and a capacity of the battery. Estimate power output of the battery based on residual electricity, residual hydrogen, health, battery efficiency of the battery, and DC-DC converting efficiency of a DC-DC converter. Estimate power output of the hybrid energy storage system based on the estimated power output of the battery and a power output target function. Estimate an optimized cost of the hybrid energy storage system based on the estimated cost of the hybrid energy storage system, the estimated power output of the battery, cost per distance traveled of the battery, and a predetermined run time.

指定代表圖：

符號簡單說明：
S802~S816:電池管理
系統的電池管理方法
的步驟



【圖8】



I860921

【發明摘要】

【中文發明名稱】電池管理系統及其電池管理方法

【英文發明名稱】 BATTERY MANAGEMENT SYSTEM AND
BATTERY MANAGEMENT METHOD THEREOF

【中文】一種電池管理系統及其電池管理方法。依據重量閾值、體積閾值、電池的比價格與電池容量估算複合式電能系統的成本。依據電池的殘電量、殘氫量、健康度、電池效率以及直流直流轉換器的轉換效率估算電池的功率輸出。依據估算的電池的功率輸出以及功率輸出目標函數估算複合式電能系統的功率輸出。依據估算的複合式電能系統的成本、估算的電池的功率輸出、電池的單位行駛距離成本以及預設運行時間估算複合式電能系統的最佳化成本。

【英文】 A battery management system and a battery management method thereof are provided. Estimate cost of a hybrid energy storage system based on a weight threshold, a volume threshold, a specific price of a battery, and a capacity of the battery. Estimate power output of the battery based on residual electricity, residual hydrogen, health, battery efficiency of the battery, and DC-DC converting efficiency of a DC-DC converter. Estimate power output of the hybrid energy storage system based on the estimated power output of the battery and a power output target function. Estimate

an optimized cost of the hybrid energy storage system based on the estimated cost of the hybrid energy storage system, the estimated power output of the battery, cost per distance traveled of the battery, and a predetermined run time.

【指定代表圖】圖8。

【代表圖之符號簡單說明】

S802~S816：電池管理系統的電池管理方法的步驟

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】電池管理系統及其電池管理方法

【英文發明名稱】 BATTERY MANAGEMENT SYSTEM AND
BATTERY MANAGEMENT METHOD THEREOF

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種電池裝置，且特別是有關於一種電池管理系統及其電池管理方法。

【先前技術】

【0002】 隨著科技發展，環保意識抬頭，新能源電動車輛的開發也是眾多車廠努力的方向，新能源電動車輛可例如包括純電池電動車輛(Battery Electric Vehicle, BEV)與燃料電池電動車(Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV)等。純電池電動車輛的里程焦慮(Range anxiety)、電池壽命、價格及安全性等還有待克服，導致目前市場還是以混合動力汽車(Hybrid Electric Vehicle, HEV)或插電混合動力汽車(Plug-in Electric Vehicle, PHEV)居多。燃料電池電動車為利用氫氣與燃料電池進行化學反應產生動力輸出，其加氫方式與傳統燃油車相近，相較於純電池電動車輛可節省大量等待時間，加氫後即可繼續行駛，較無里程焦慮之困擾，且燃料電池電動車於行駛過程中僅排放水，為目前業界發展新能源電動車輛中具有極大潛力。

【0003】 為了延長電動車輛的電池儲能系統(Battery Energy Storage System, BESS)的使用壽命，複合式電能系統(Hybrid Energy Storage System, HESS)設計被提出，複合式電能系統主要以高能量密度電池(High Energy Density Battery, HEB)與高功率密度電池(High Power Density Battery, HPB)組成，使用複合式電能系統能夠有效發揮不同電力源之性能優勢，使其相輔相成以及改善電池壽命，現已有相當多應用，例如鋰電池/超級電容、鋰電池/燃料電池等。

【0004】 現今複合式電能系統配置主要分為：主動式、被動式以及主/被動式（如圖 1A~1D 所示，其中第一電池可例如為高能量密度電池(High Energy Density Battery, HEB)，第二電池可例如為高功率密度電池(High Power Density Battery, HPB)，然不以此為限)，其中主動式有較佳之控制性能但價格較昂貴，被動式有成本低廉與較低效率損失之優點，但無法將電力源操控在適當的電壓與電流區間使用，主/被動式比起主動式能減少一次能源損失，比起被動式能更有效將各個電力源操作在適當曲線，所以目前主/被動式是在成本與性能間最折衷的辦法。然而如何最佳化地搭配主/被動式的第一電池與第二電池，以降低複合式電能系統的成本並盡可能地提高複合式電能系統的性能為仍待改進的問題。

【發明內容】

【0005】 本發明提供一種電池管理系統及其能量管理方法，可在

符合性能需求的前提下有效降低複合式電能系統的成本。

【0006】 本發明的電池管理系統包括搜索單元、目標函數定義單元以及處理單元。搜索單元針對資料庫進行電力源指標搜索，以獲得多種電池的多個電池指標參數，電池指標參數包括比功率、比能量、比價格以及能量密度。目標函數定義單元依據複合式電能系統的直流直流轉換器的價格以及多個電池的比價格與電池容量定義成本目標函數，依據電池的功率輸出定義功率輸出目標函數，並依據成本目標函數、功率輸出目標函數、電池的單位行駛距離成本以及預設運行時間定義一體式成本目標函數。處理單元耦接儲存單元以及目標函數定義單元，依據重量閾值、體積閾值、電池的比價格與電池容量以及直流直流轉換器的價格估算複合式電能系統的成本，依據電池的殘電量、殘氫量、健康度、電池效率以及直流直流轉換器的轉換效率估算電池的功率輸出，依據估算的電池的功率輸出以及功率輸出目標函數估算複合式電能系統的功率輸出，依據估算的複合式電能系統的成本、估算的複合式電能系統的功率輸出、電池的單位行駛距離成本以及預設運行時間估算複合式電能系統的最佳化成本。

【0007】 在本發明的一實施例中，上述的處理單元將電池的單位行駛距離的耗電量與電池的每度電成本的乘積加上電池的硬體成本，以計算電池的單位行駛距離成本。

【0008】 在本發明的一實施例中，上述的處理單元將預設運行時間內電池的耗電量除以預設運行時間內的行駛距離，以計算電池

的單位行駛距離的耗電量。

【0009】 在本發明的一實施例中，上述的預設運行時間為複合式電能系統的多個電池之其一的健康度降低至預設健康度所花費的時間。

【0010】 在本發明的一實施例中，上述的處理單元僅依據重量以及體積分別小於重量閾值以及體積閾值的該些電池估算複合式電能系統的成本。

【0011】 本發明還提供一種電池管理系統的電池管理方法包括下列步驟。針對資料庫進行電力源指標搜索，以獲得多種電池的多個電池指標參數，電池指標參數包括比功率、比能量、比價格以及能量密度。依據複合式電能系統的直流直流轉換器的價格以及多個電池的比價格與電池容量定義成本目標函數。依據電池的功率輸出定義功率輸出目標函數。依據成本目標函數、功率輸出目標函數、電池的單位行駛距離成本以及預設運行時間定義一體式成本目標函數。依據重量閾值、體積閾值、電池的比價格與電池容量以及直流直流轉換器的價格估算複合式電能系統的成本。依據電池的殘電量、殘氫量、健康度、電池效率以及直流直流轉換器的轉換效率估算電池的功率輸出。依據估算的電池的功率輸出以及功率輸出目標函數估算複合式電能系統的功率輸出。依據估算的複合式電能系統的成本、估算的複合式電能系統的功率輸出、電池的單位行駛距離成本以及預設運行時間估算複合式電能系統的最佳化成本。

【0012】 在本發明的一實施例中，上述的電池管理系統的電池管理方法包括，將電池的單位行駛距離的耗電量與電池的每度電成本的乘積加上電池的硬體成本，以計算電池的單位行駛距離成本。

【0013】 在本發明的一實施例中，上述的電池管理系統的電池管理方法包括，將預設運行時間內電池的耗電量除以預設運行時間內的行駛距離，以計算電池的單位行駛距離的耗電量。

【0014】 在本發明的一實施例中，上述的預設運行時間為複合式電能系統的多個電池之其一的健康度降低至預設健康度所花費的時間。

【0015】 在本發明的一實施例中，上述的電池管理系統的電池管理方法包括，僅依據重量以及體積分別小於重量閾值以及該體積閾值的些電池估算複合式電能系統的成本。

【0016】 基於上述，本發明的實施例依據重量閾值、體積閾值、電池的比價格與電池容量估算複合式電能系統的成本，依據電池的殘電量、殘氫量、健康度、電池效率以及直流直流轉換器的轉換效率估算電池的功率輸出，依據估算的電池的功率輸出以及功率輸出目標函數估算複合式電能系統的功率輸出，依據估算的複合式電能系統的成本、估算的電池的功率輸出、電池的單位行駛距離成本以及預設運行時間估算複合式電能系統的最佳化成本，如此可在符合性能需求(例如功率輸出需求、續航力等，然不以此為限)的前提下有效降低複合式電能系統的成本。

【0017】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉

實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0018】

圖 1A~1D 是習知的複合式電能系統的示意圖。

圖 2 是依照本發明的實施例的一種電池管理系統的示意圖。

圖 3 是依照本發明的實施例的一種巢狀迴圈的示意圖。

圖 4 是依照本發明的實施例的一種電池管理系統的架構示意圖。

圖 5 是依照本發明的實施例的另一種巢狀迴圈的示意圖。

圖 6 是全球統一輕型車測試標準程序的行車型態的示意圖。

圖 7 是新歐洲駕駛循環測試的行車型態的示意圖。

圖 8 是依照本發明的實施例的一電池管理系統的能量管理方法的流程圖。

【實施方式】

【0019】 圖 2 是依照本發明實施例的一種電池管理系統的示意圖，請參考圖 1。電池管理系統 200 可例如應用於電動車輛，其可包括搜索單元 202、處理單元 204 以及目標函數定義單元 206，處理單元 204 耦接搜索單元 202 以及目標函數定義單元 206，搜索單元 202、處理單元 204 以及目標函數定義單元 206 可例如以處理器或微控制器實施，然不以此為限。

【0020】 搜索單元 202 可針對資料庫進行電力源指標搜索，例如利用巢狀迴圈全域搜索法(Global search method) 進行電力源指標搜尋，以獲得多種電池(例如鈦酸鋰電池、鋰三元電池、超級電容、燃料電池以及鋁電池等，然不以此為限)的多個電池指標參數，其中資料庫可例如設置於電腦或伺服器中的儲存器中，然不以此為限。進一步來說，電池指標參數可如下表 1 所示，包括比功率、比能量、比價格以及能量密度等參數。

	鈦酸鋰電池	鋰三元電池	超級電容	燃料電池	鋁電池
電池屬性	HEB/HPB	HEB/HPB	HEB/HPB	HEB/HPB	HEB/HPB
比功率(kW/kg)	2.4	0.454	2.65	1.75	0.05
比能量(kWh/kg)	0.089 0.0675 0.058 0.085	0.241 0.0464 0.204 0.096	0.0035	12.5	3 0.67 0.4627
能量密度(kWh/L)	0.203	0.14 0.196 0.462	0.007	1.6 (70Mbar)	0.05 0.815
比價格(USD/kWh)	414	310 153	642.85	150	30

表 1

【0021】 由表 1 可知，鋁電池與鈦酸鋰電池、鋰三元電池及超級電容相比，有較大的能量密度(kWh/L)，當與此三種電力源搭配時，

鋁電池可視為 HEB 電池使用，而當與燃料電池相比時，鋁電池有較小的能量密度，因此當與燃料電池搭配時，鋁電池可視為 HPB 電池。

【0022】 在本實施例中，複合式電能系統所採用的架構為如圖 1 的主/被動式配置的架構，亦即包括一個耦接於微控制單元(MCU)與電池之間的直流直流轉換器，其中第一電池與第二電池可例如為鋰電池與燃料電池，然不以此為限。此外，複合式電能系統還可包括其它電池，例如高能量密度電池/高功率密度電池，而不以兩個電池為限。目標函數定義單元 206 可依據複合式電能系統的直流直流轉換器的價格以及多個電池的比價格與電池容量定義成本目標函數，成本目標函數可如下列式(1)所示。

$$J^1 = \min \left[\beta \times x \times SD_{fc} + y \times SD_{Li} + (1 - \beta) \times z \times SD_{\frac{HEB}{HPB}} + C_{DCDC} \right] + r \quad (1)$$

【0023】 其中 x 為燃料電池之度電數(電池容量)， SD_{fc} 為燃料電池之比價格， y 為鋰電池之度電數， SD_{Li} 為鋰電池之比價格， z 為高能量密度電池/高功率密度電池之度電數， $SD_{\frac{HEB}{HPB}}$ 為高能量密度電池/高功率密度電池之比價格， β 用以調整是否使用燃料電池，有使用時 β 為 1，未使用時 β 為 0， C_{DCDC} 為直流直流轉換器的價格， r 則為懲罰值。其中懲罰值用以排除體積或重量不符合需求的電池組合。懲罰值的設定可例如下述式(2)所示。

$$\text{if} \begin{cases} \beta \times W_{fc} + W_{Li} + (1 - \beta) \times W_{\frac{HEB}{HPB}} > W_{max} \\ \beta \times Vol_{fc} + Vol_{Li} + (1 - \beta) \times Vol_{\frac{HEB}{HPB}} > Vol_{max} \end{cases} \quad \gamma = 10^8 \quad (2)$$

【0024】 其中 W_{max} 與 Vol_{max} 分別代表複合式電能系統的電池的重

量與體積的重量閾值與體積閾值。處理單元 204 可依據重量閾值、體積閾值、複合式電能系統的電池的比價格與電池容量估算複合式電能系統的成本，亦即依據上述式(1)、式(2)估算複合式電能系統的成本。進一步來說，處理單元 204 可例如使用如圖 3 所示的巢狀迴圈(Python Nested Loops)執行全域搜索(global search)，例如通過模擬軟體執行 for-loop 運算，以判斷可能的條件，例如可能的成本 $cost$ 、電池的度電數 x 、 y ，並利用成本目標函數求出複合式電能系統的成本。其中當複合式電能系統的電池的重量大於 W_{max} 或體積大於 Vol_{max} 時， r 的值等於 10^8 。由於式(1)為用以計算複合式電能系統的成本，處理單元 204 可通過將 r 的值設定為 10^8 ，以將體積或重量不符合需求的電池組合排除。

【0025】 此外，目標函數定義單元 206 還可使用最小等效能耗控制策略(Equivalent Consumption Minimization Strategy, ECMS)，依據複合式電能系統的電池的功率輸出定義功率輸出目標函數，功率輸出目標函數可如下列式(3)所示。

$$J^2 = \min \left[\beta \times P_{fc} + P_{Li} + (1 - \beta) \times P_{\frac{HEB}{HPB}} \right] + \gamma \quad (3)$$

【0026】 其中 P_{fc} 、 P_{Li} 與 $P_{HEB/HPB}$ 分別為燃料電池、鋰電池與高能量密度電池/高功率密度電池的功率輸出。此外，處理單元 204 可依據下式(4)計算燃料電池與高能量密度電池/高功率密度電池的功率分配比 α 。

$$\alpha = \frac{\beta \times P_{fc} + (1 - \beta) \times P_{HEB/HPB}}{P_d} \quad (4)$$

【0027】 其中， P_d 為需求功率， β 值可依實際的應用需求(例如輸出

功率、續航力等，然不以此為限)來設定。進一步來說，處理單元 204 可依據圖 4 所示的電池管理系統的架構估算複合式電能系統的電池的功率輸出，亦即依據電池的殘電量、殘氫量、健康度、電池效率以及直流直流轉換器的轉換效率估算電池的功率輸出，例如依據下式(5)~(7)估算燃料電池、鋰電池與高能量密度電池/高功率密度電池的功率輸出 P_{fc} 、 P_{LI} 與 $P_{HEB/HPB}$ ，並依據估算的功率輸出 P_{fc} 、 P_{LI} 與 $P_{HEB/HPB}$ 與上述的功率輸出目標函數估算電池的功率輸出。

$$P_{fc} = \frac{P_{fc}^d}{\eta_{fc} \times \eta_{DCDC}} \times f(SOH_2, SOH_{fc}) \quad (5)$$

$$\frac{P_{LI}^d}{\eta_{LI}} \times (1 - X) \times f(SOC_{LI}, SOH_{LI,dis}) \quad (6)$$

$$P_{HEB/HPB} = P_{HEB/HPB}^C \times \eta_{HEB/HPB} \times Y \times f(SOC_{HEB/HPB}, SOH_{HEB/HPB,chg}) + \frac{P_{HEB/HPB}^d}{\eta_{HEB/HPB} \times \eta_{DCDC}} \times (1 - Y) \times f(SOC_{HEB/HPB}, SOH_{HEB/HPB,dis}) \quad (7)$$

【0028】 其中， P_{LI}^C 與 P_{LI}^d 代表鋰電池在充電以及放電階段之功率輸出， P_{fc}^d 代表燃料電池在放電階段之功率輸出， $P_{HEB/HPB}^C$ 與 $P_{HEB/HPB}^d$ 代表高能量密度電池/高功率密度電池在充電以及放電階段之功率輸出， η_{fc} 、 η_{LI3} 、 $\eta_{HEB/HPB}$ 與 η_{DCDC} 分別代表燃料電池、鋰電池、高能量密度電池/高功率密度電池的電池效率與直流直流轉換器的轉換效率， $f(SOH_2, SOH_{fc})$ 為燃料電池在不同燃料電池殘氫量以及不同燃料電池健康度狀況下的權重因子， $f(SOC_{LI}, SOH_{LI,chg})$ 與 $f(SOC_{LI}, SOH_{LI,dis})$ 為鋰電池在不同電池殘電量以及不同電池健康度狀況下設計的雙電力源充放電階段權重因子， $f(SOC_{HEB/HPB}, SOH_{HEB/HPB,chg})$ 與 $f(SOC_{HEB/HPB}, SOH_{HEB/HPB,dis})$ 為高能

量密度電池/高功率密度電池在不同電池殘電量以及不同電池健康度狀況下設計的雙電力源充放電階段權重因子， X 、 Y 作為二進制決策參數，分別用以判斷鋰電池充放電階段。其中 SOC_{LI} 為鋰電池的殘電量， $SOC_{HEB/HPB}$ 為高能量密度電池/高功率密度電池的殘電量， SOH_{LI} 為鋰電池的電池健康度， SOH_{fc} 為燃料電池的電池健康度， SOH_2 為燃料電池的殘氫量， $SOH_{HEB/HPB}$ 為高能量密度電池/高功率密度電池的電池健康度。

【0029】 目標函數定義單元 206 還可依據上述的成本目標函數、上述的功率輸出目標函數、電池的單位行駛距離成本以及預設運行時間定義一體式成本目標函數，其中預設運行時間可例如為複合式電能系統的多個電池之其一的健康度降低至預設健康度所花費的時間，然不以此為限。在部分實施例中，預設運行時間也可例如為複合式電能系統的多個電池中電量最快降低至預設電量的時間。一體式成本目標函數可如下式(8)所示。

$$J^3 = \sum_{t=0}^{t=t_f} (J^1, J^2, t) \min \left[\frac{IOA_{cost}}{D_{end}} + \frac{LI_{kWh}}{D_{end}} \times C_e + \frac{FC_{kWh}}{D_{end}} \times C_{H_2} \right] \quad (8)$$

【0030】 其中 t_f 為預設運行時間， IOA_{cost} 為一體式設計之成本，例如複合式電能系統的電池的硬體成本，在部分實施例中也可包括直流直流轉換器的硬體成本， D_{end} 為行車型態運行至結束之行駛距離， LI_{kWh} 為鋰電池於運行至結束所耗度電數(耗電量)， FC_{kWh} 為燃料電池運行至結束所耗度電數， C_e 與 C_{H_2} 為電價成本(例如每度電電費價格)或氫氣成本(每度電氫氣價格)。

【0031】 處理單元 204 可使用如圖 5 所示的巢狀迴圈執行一體式最佳化搜索，通過模擬軟體執行 for-loop 運算，以判斷可能的條件，例如可能的尺寸 S 、功率輸出 P 以及運行時間 t ，並利用一體式成本目標函數求出複合式電能系統的最佳化成本。其中，處理單元 204 可依據由成本目標函數估算出的複合式電能系統的成本、由功率輸出目標函數估算的複合式電能系統的功率輸出、複合式電能系統的電池的單位行駛距離成本以及預設運行時間，來估算複合式電能系統的最佳化成本(例如最低成本)，從而決定出最佳的電池組合。其中複合式電能系統的電池的單位行駛距離成本可例如通過將複合式電能系統的電池的單位行駛距離的耗電量與電池的每度電成本的乘積加上電池的硬體成本來計算，複合式電能系統的電池的單位行駛距離的耗電量則可通過將預設運行時間內電池的耗電量除以預設運行時間內的行駛距離來計算。

【0032】 利用一體式成本目標函數進行一體式最佳化(Integrated Optimization Approach, IOA)，可以最佳尺寸、控制與延長電力源壽命為目的，決定出最佳的電池組合。以應用於移動型載具(如輕型電動二輪與四輪載具)為例，可例如選用全球統一輕型車測試標準程序(Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure, WLTP)的行車型態(如圖 6 所示)以及新歐洲駕駛循環測試(New European Driving Cycle, NEDC) 的行車型態(如圖 7 所示)來進行一體式最佳化的動態測試，其中 WLTP 行車型態一共測試秒數為 1800 秒，最高時速為 131.3km/h；NEDC 行車型態一共測試秒數

1180 秒，最高時速為 120km/h。利用行車型態進行一體式最佳化的驗證，可從電池尺寸與能耗表現進行成本最佳化，從而決定出最佳的電池組合。

【0033】 在部分實施例中，一體式成本目標函數也可如下式(9)所示。

$$J^4 = \sum_{t=0}^{t=t_f} (J^1, J^2, t) \min \left[\frac{IOA_{cost}}{D_{end}} + \frac{LI_{kWh}}{D_{end}} \times C_e + \frac{\frac{HEB}{HPB_{kWh}}}{D_{end}} \times C_e \right] \quad (9)$$

【0034】 其中， HEB/HPB_{kWh} 為高能量密度電池/高功率密度電池於運行至結束所耗度電數。式(9)的一體式成本目標函數與式(8)的一體式成本目標函數的不同之處在於，在式(9)中的電池搭配組合為鋰電池與高能量密度電池/高功率密度電池，而在式(8)中的電池搭配組合為鋰電池與燃料電池。

【0035】 此外，為了確認準確性，在部分實施例中，可建立硬體嵌入式系統(Hardware-in-loop, HIL)，以針對上述的目標函數模型進行即時模擬運算(Real-time)，例如可選用快速雛型控制器(MicroBox 2200)進行燒錄，於即時模擬中能快速將參數修正與除錯，大幅提升實際應用之系統可行性。在部分實施例中，電池管理系統還可包括電池組裝機(例如機器手臂等)，處理單元 204 可依據所決定的最佳的電池組合控制電池組裝機組裝對應的規格參數的複合式電能系統。

【0036】 圖 8 是依照本發明的實施例的一種電池管理系統的電池管理方法的流程圖。由上述實施例可知，電池管理系統的電池管理

方法可包括下列步驟。首先，針對資料庫進行電力源指標搜索，以獲得多種電池的多個電池指標參數(步驟 S802)，電池指標參數可例如包括比功率、比能量、比價格以及能量密度，然不以此為限。接著，依據複合式電能系統的直流直流轉換器的價格以及多個電池的比價格與電池容量定義成本目標函數(步驟 S804)，然後，依據電池的功率輸出定義功率輸出目標函數(步驟 S806)，而後再依據成本目標函數、功率輸出目標函數、電池的單位行駛距離成本以及預設運行時間定義一體式成本目標函數(步驟 S808)。依據重量閾值、體積閾值、電池的比價格與電池容量以及直流直流轉換器的價格估算複合式電能系統的成本(步驟 S810)，例如可僅依據重量以及體積分別小於重量閾值以及體積閾值的電池估算複合式電能系統的成本。之後，依據電池的殘電量、殘氫量、健康度、電池效率以及直流直流轉換器的轉換效率估算電池的功率輸出(步驟 S812)，並依據估算的電池的功率輸出以及功率輸出目標函數估算複合式電能系統的功率輸出(步驟 S814)，最後再依據估算的複合式電能系統的成本、估算的複合式電能系統的功率輸出、電池的單位行駛距離成本以及預設運行時間估算複合式電能系統的最佳化成本(步驟 S816)。其中預設運行時間可例如為複合式電能系統的多個電池之其一的健康度降低至預設健康度所花費的時間，複合式電能系統的電池的單位行駛距離成本可例如通過將複合式電能系統的電池的單位行駛距離的耗電量與電池的每度電成本的乘積加上電池的硬體成本來計算，複合式電能系統的電池的單位行駛

距離的耗電量則可通過將預設運行時間內電池的耗電量除以預設運行時間內的行駛距離來計算。

【0037】 綜上所述，本發明實施例的依據重量閾值、體積閾值、電池的比價格與電池容量估算複合式電能系統的成本，依據電池的殘電量、殘氫量、健康度、電池效率以及直流直流轉換器的轉換效率估算電池的功率輸出，依據估算的電池的功率輸出以及功率輸出目標函數估算複合式電能系統的功率輸出，依據估算的複合式電能系統的成本、估算的電池的功率輸出、電池的單位行駛距離成本以及預設運行時間估算複合式電能系統的最佳化成本，如此可在符合性能需求(例如功率輸出需求、續航力等，然不以此為限)的前提下有效降低複合式電能系統的成本。與傳統分離式設計相比，利用不同電池尺寸、車輛行駛條件與電池殘電量、電池健康度與燃料電池殘氫量等參數變化，進行一體式的系統成本(全新至汰役階段)分析，可有效降低複合式電能系統的成本並提升複合式電能系統至汰役前的總發電量。

【0038】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0039】

200：電池管理系統

202：搜索單元

204：處理單元

206：目標函數定義單元

S802~S816：電池管理系統的電池管理方法的步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種電池管理系統，包括：

一搜索單元，針對一資料庫進行電力源指標搜索，以獲得多種電池的多個電池指標參數，該些電池指標參數包括比功率、比能量、比價格以及能量密度；

一目標函數定義單元，依據一複合式電能系統的直流直流轉換器的價格以及多個電池的比價格與電池容量定義一成本目標函數，依據該些電池的功率輸出定義一功率輸出目標函數，並依據該成本目標函數、該功率輸出目標函數、該些電池的單位行駛距離成本以及一預設運行時間定義一一體式成本目標函數；以及

一處理單元，耦接該儲存單元以及該目標函數定義單元，依據一重量閾值、一體積閾值、該些電池的比價格與電池容量以及該直流直流轉換器的價格估算該複合式電能系統的成本，依據該些電池的殘電量、殘氫量、健康度、電池效率以及該直流直流轉換器的轉換效率估算該些電池的功率輸出，依據估算的該些電池的功率輸出以及該功率輸出目標函數估算該複合式電能系統的功率輸出，依據估算的該複合式電能系統的成本、估算的該複合式電能系統的功率輸出、該些電池的單位行駛距離成本以及該預設運行時間估算該複合式電能系統的最佳化成本。

【請求項2】如請求項1所述的電池管理系統，其中處理單元將該些電池的單位行駛距離的耗電量與該些電池的每度電成本的乘積加上該些電池的硬體成本，以計算該些電池的單位行駛距離成本。

【請求項 3】如請求項 2 所述的電池管理系統，其中處理單元將該預設運行時間內該些電池的耗電量除以該預設運行時間內的行駛距離，以計算該些電池的單位行駛距離的耗電量。

【請求項 4】如請求項 1 所述的電池管理系統，其中該預設運行時間為該些電池之其一的健康度降低至預設健康度所花費的時間。

【請求項 5】如請求項 1 所述的電池管理系統，其中該處理單元僅依據重量以及體積分別小於該重量閾值以及該體積閾值的該些電池估算該複合式電能系統的成本。

【請求項 6】一種電池管理系統的電池管理方法，包括：

針對一資料庫進行電力源指標搜索，以獲得多種電池的多個電池指標參數，該些電池指標參數包括比功率、比能量、比價格以及能量密度；

依據一複合式電能系統的直流直流轉換器的價格以及多個電池的比價格與電池容量定義一成本目標函數；

依據該些電池的功率輸出定義一功率輸出目標函數；

依據該成本目標函數、該功率輸出目標函數、該些電池的單位行駛距離成本以及一預設運行時間定義一一體式成本目標函數；

依據一重量閾值、一體積閾值、該些電池的比價格與電池容量以及該直流直流轉換器的價格估算該複合式電能系統的成本；

依據該些電池的殘電量、殘氫量、健康度、電池效率以及該直流直流轉換器的轉換效率估算該些電池的功率輸出；

依據估算的該些電池的功率輸出以及該功率輸出目標函數估算該複合式電能系統的功率輸出；以及

依據估算的該複合式電能系統的成本、估算的該複合式電能系統的功率輸出、該些電池的單位行駛距離成本以及該預設運行時間估算該複合式電能系統的最佳化成本。

【請求項 7】如請求項 6 所述的電池管理系統的電池管理方法，包括：

將該些電池的單位行駛距離的耗電量與該些電池的每度電成本的乘積加上該些電池的硬體成本，以計算該些電池的單位行駛距離成本。

【請求項 8】如請求項 7 所述的電池管理系統的電池管理方法，包括：

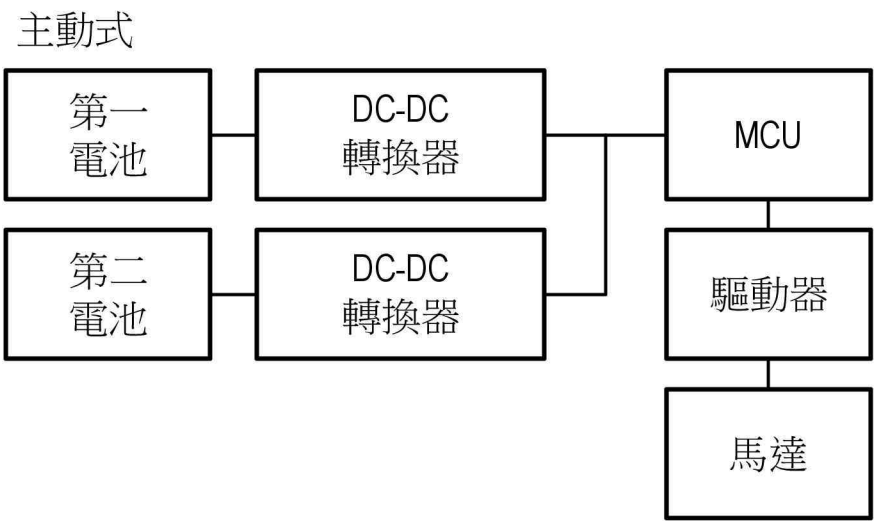
將該預設運行時間內該些電池的耗電量除以該預設運行時間內的行駛距離，以計算該些電池的單位行駛距離的耗電量。

【請求項 9】如請求項 6 所述的電池管理系統的電池管理方法，其中該預設運行時間為該些電池之其一的健康度降低至預設健康度所花費的時間。

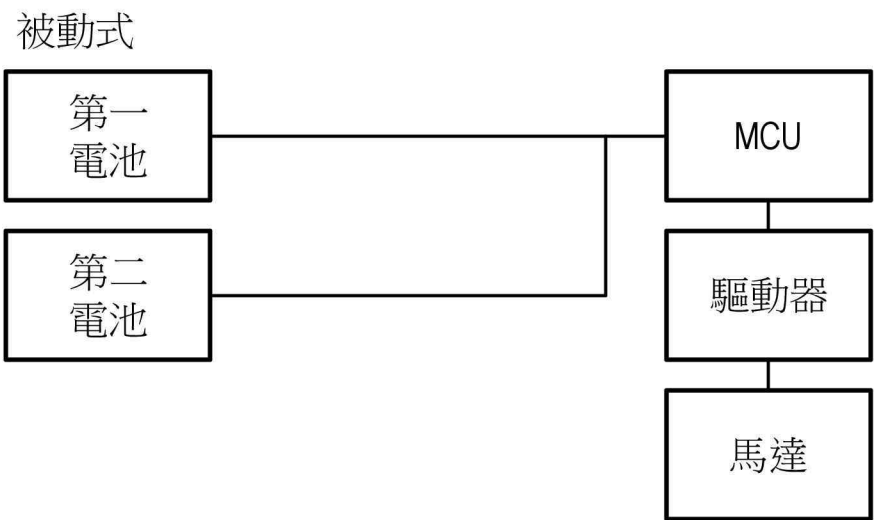
【請求項 10】如請求項 6 所述的電池管理系統的電池管理方法，包括，

僅依據重量以及體積分別小於該重量閾值以及該體積閾值的該些電池估算該複合式電能系統的成本。

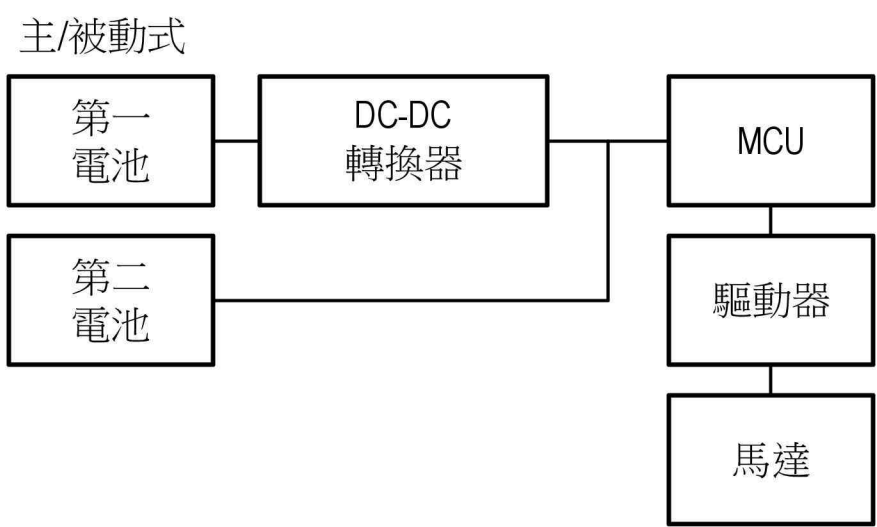
【發明圖式】



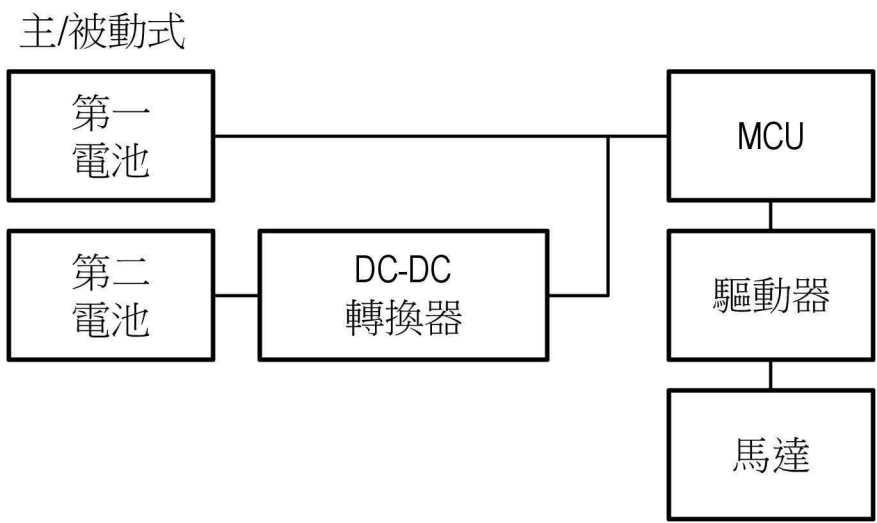
【圖1A】



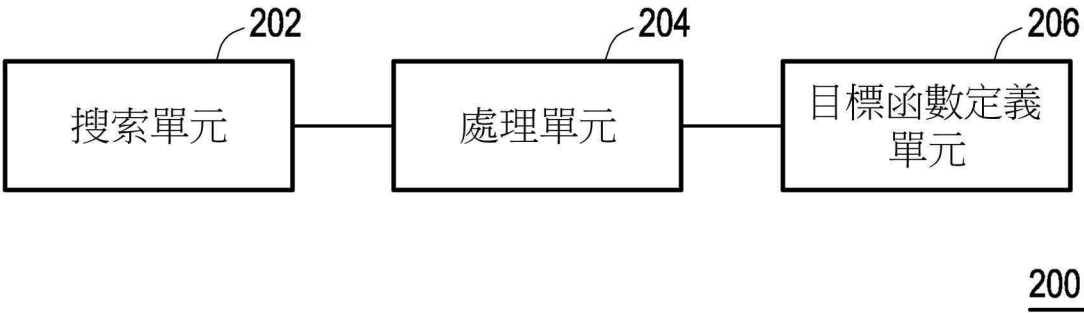
【圖1B】



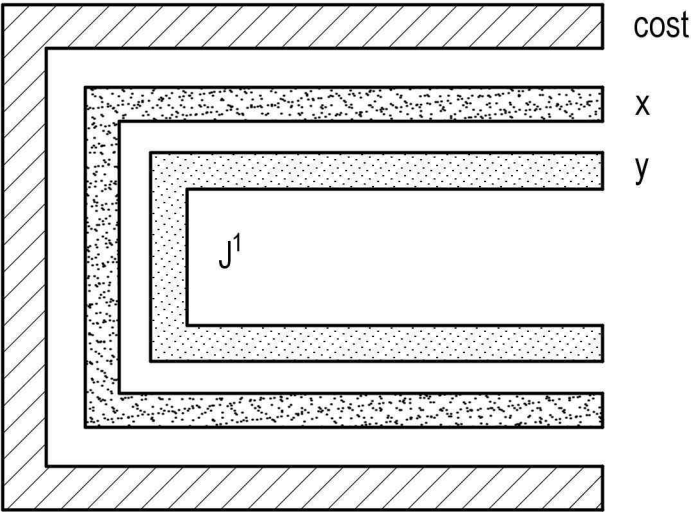
【圖1C】



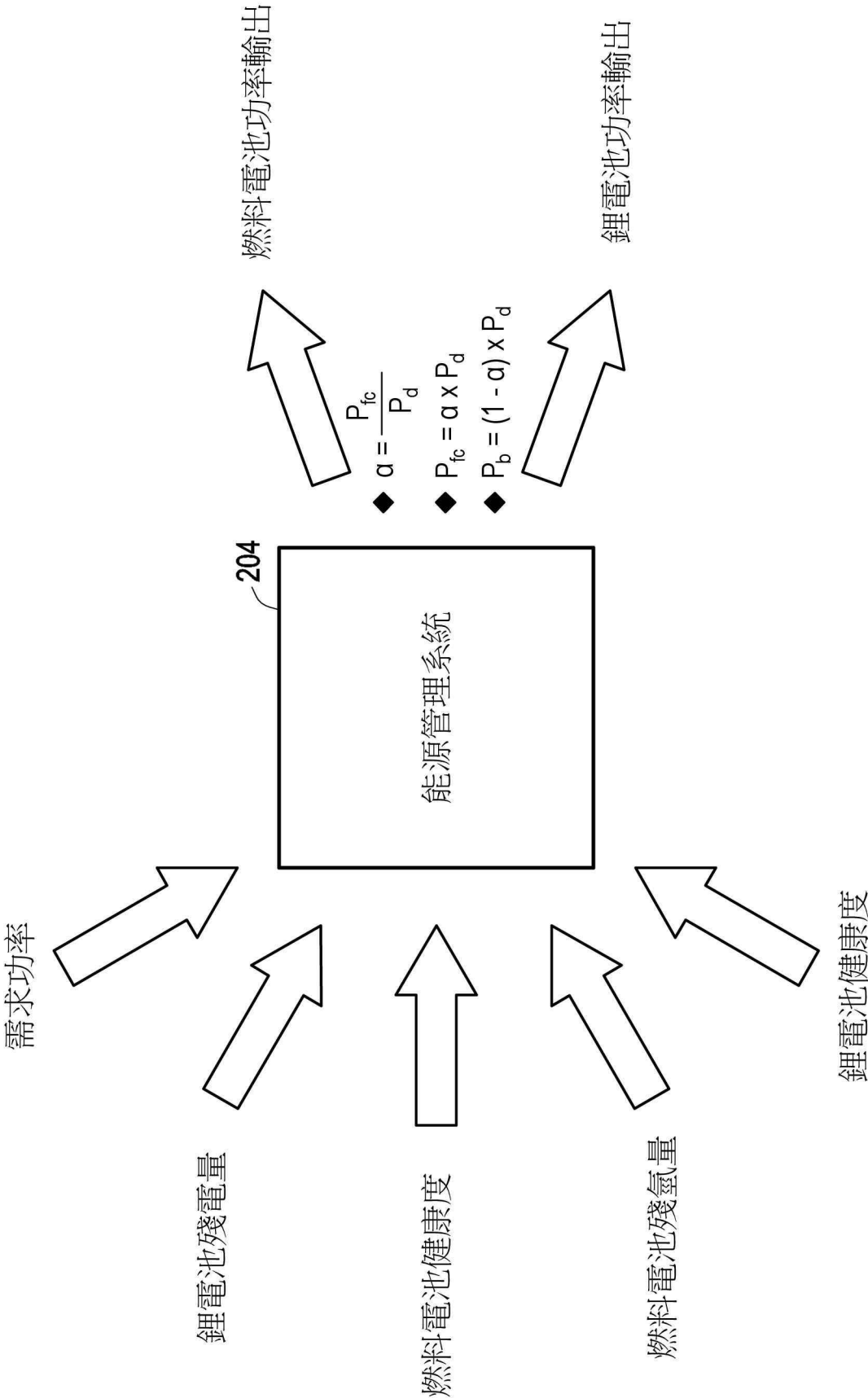
【圖1D】



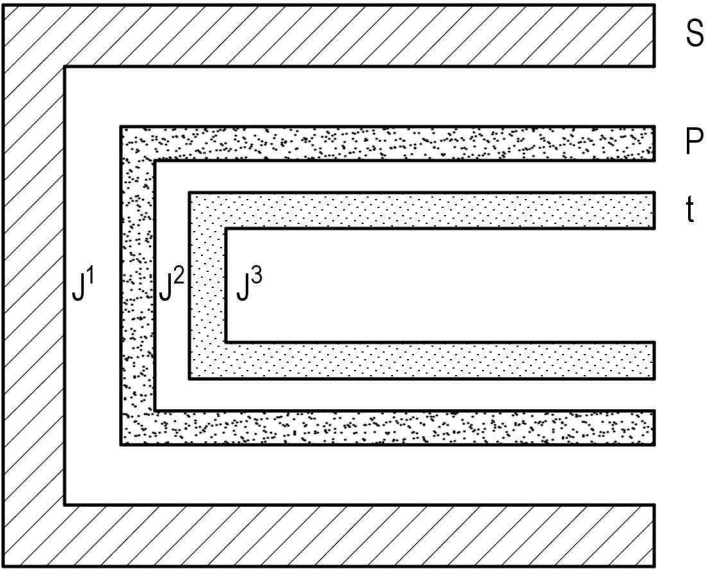
【圖2】



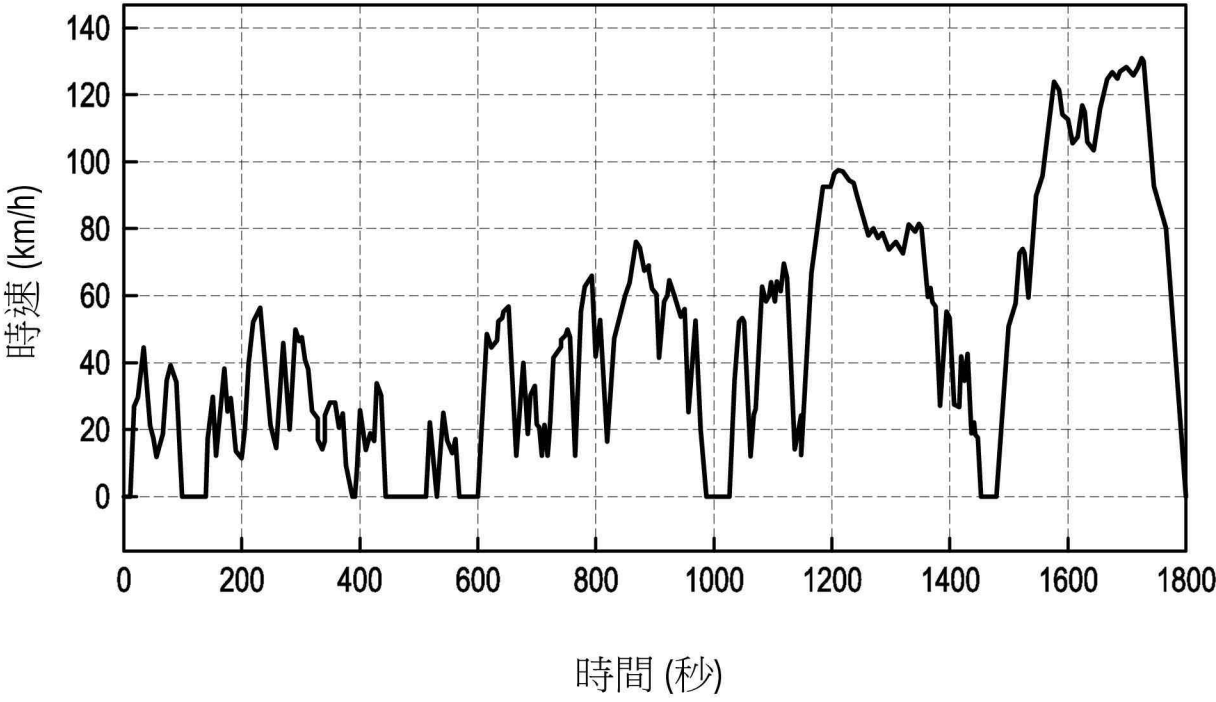
【圖3】



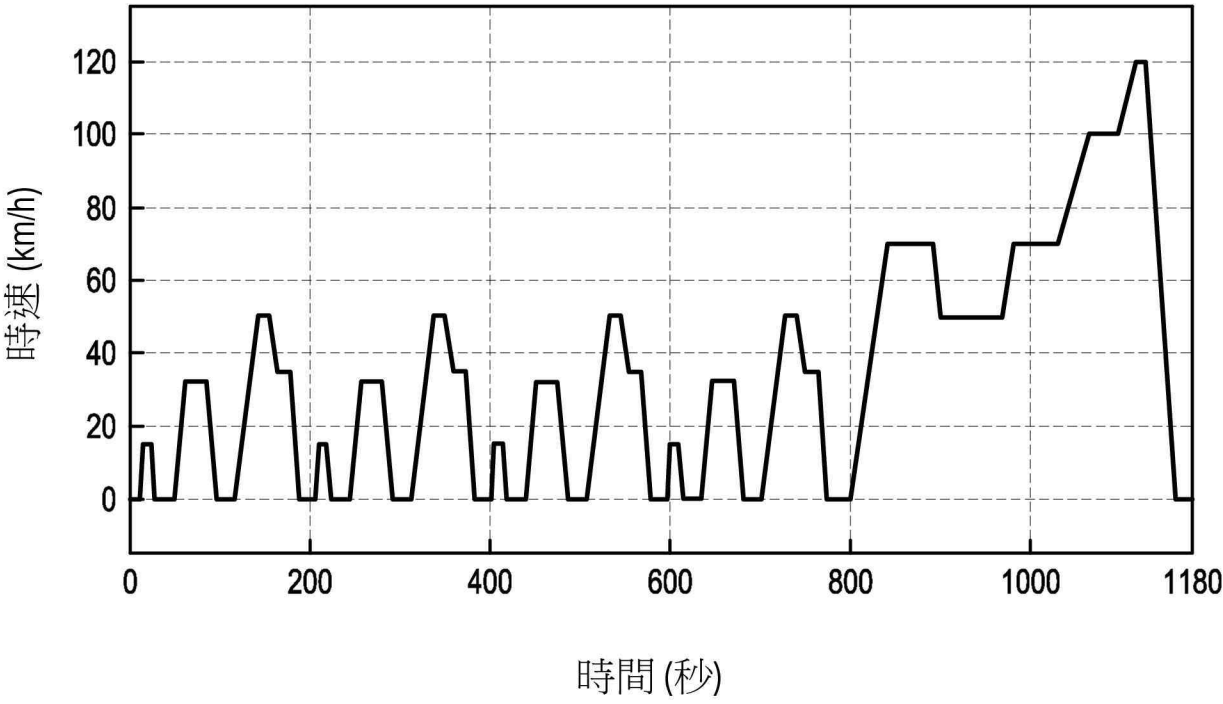
【圖4】



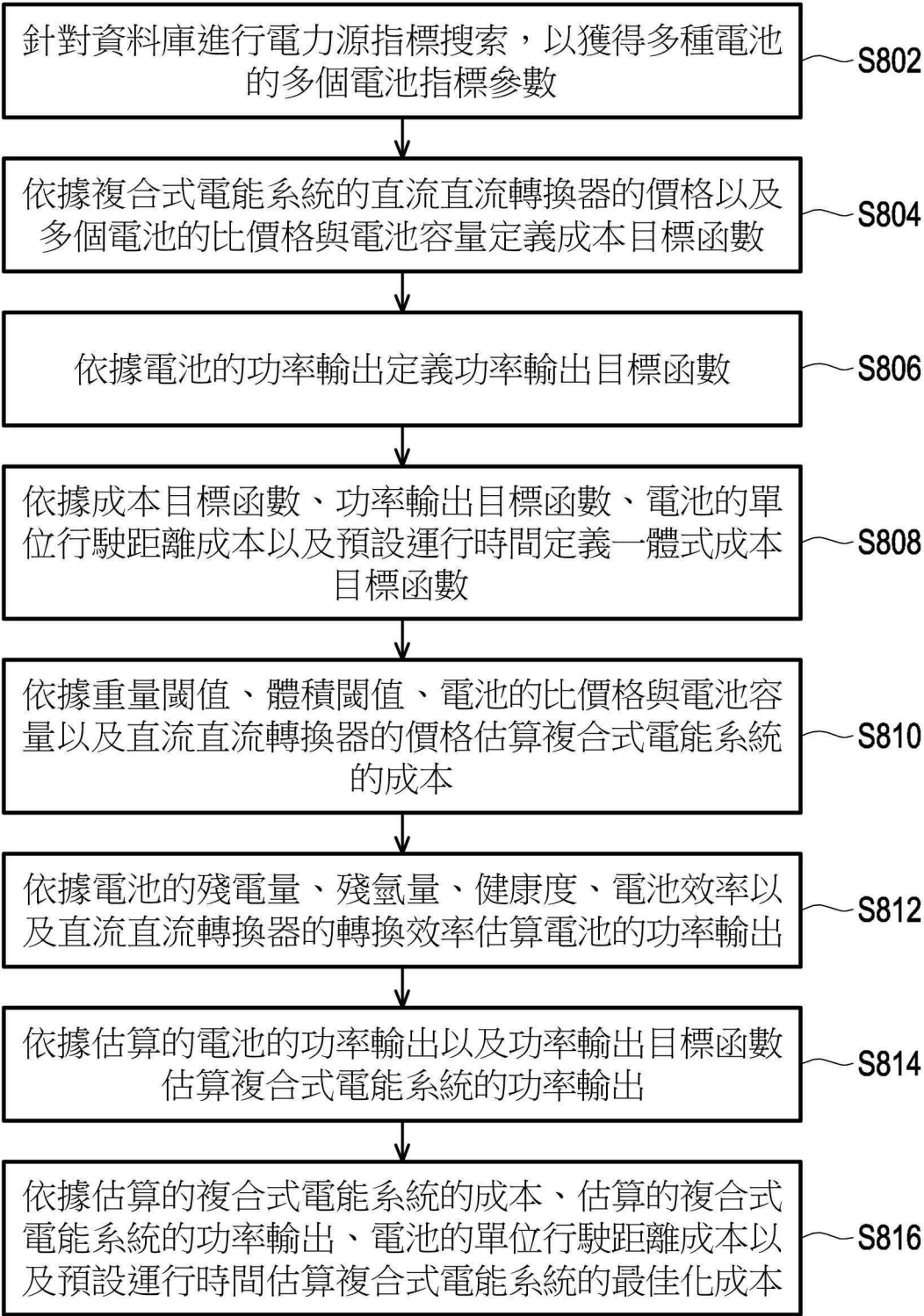
【圖5】



【圖6】



【圖7】



【圖8】